Bericht

über die

Wissenschaftlichen Instrumente

auf der

Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879

bearbeitet von

Prof. Dr. **A. Christiani**, Korvettenkapitän **Dittmer**, Prof. Dr. **R. Doergens**, Vermessungsdirigent **W. Erfurth**, Prof. Dr. **G. Fritsch**, Dr. **O. Frölich**, Dr. **W. Giese**, Prof. Dr. **J. Hirschberg**, Landesvermessungsrath **J. Kaupert**, Geh. Regierungsrath Prof. Dr. **H. Landolt**, Prof. Dr. **Th. Liebisch**, Regierungsrath Dr. **L. Loewenherz**, Prof. Dr. **A. Pinner**, Dr. **A. Sprung**, Major **F. Steinhausen**, Prof. Dr. **H. W. Vogel**, Prof. Dr. **K. Ed. Zetzsche**

und unter Mitwirkung von

Generallieutenant von **Morozowicz**, Kapitän zur See Freiherr von **Schleinitz**, Geh. Regierungsrath Prof. Dr. **Helmholtz**, Wirkl. Admiralitätsr. Prof. Dr. **Neumayer**, Prof. Dr. **W. Foerster**

herausgegeben von

Dr. L. Loewenherz,
Regierungsrath bei der Kaiserl. Normal-Eichungs-Kommission.

Mit 292 in den Text gedruckten Holzschnitten.

Berlin 1880.
Verlag von Julius Springer.
Monbijouplatz 3.

Bericht

über die

Wissenschaftlichen Instrumente

auf der

Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879

bearbeitet von

Prof. Dr. **A. Christiani**, Korvettenkapitän **Dittmer**, Prof. Dr. **R. Doergens**, Vermessungsdirigent **W. Erfurth**, Prof. Dr. **G. Fritsch**, Dr. **O. Frölich**, Dr. **W. Giese**, Prof. Dr. **J. Hirschberg**, Landesvermessungsrath **J. Kaupert**, Geh. Regierungsrath Prof. Dr. **H. Landolt**, Prof. Dr. **Th. Liebisch**, Regierungsrath Dr. **L. Loewenherz**, Prof. Dr. **A. Pinner**, Dr. **A. Sprung**, Major **F. Steinhausen**, Prof. Dr. **H. W. Vogel**, Prof. Dr. **K. Ed. Zetzsche**

und unter Mitwirkung von

Generallieutenant **von Morozowicz**, Kapitän zur See Freiherr **von Schleinitz**, Geh. Regierungsrath Prof. Dr. **Helmholtz**, Wirkl. Admiralitätsr. Prof. Dr. **Neumayer**, Prof. Dr. **W. Foerster**

herausgegeben von

Dr. L. Loewenherz,
Regierungsrath bei der Kaiserl. Normal-Eichungs-Kommission.

Mit 292 in den Text gedruckten Holzschnitten.

Berlin 1880.
Verlag von Julius Springer.
Monbijouplatz 3.

Buchdruckerei von Gustav Schade (Otto Francke). — Papier von Ferd. Flinsch.
Holzschnitte aus der Xylographischen Anstalt von Alfred Schultze.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer.

Inhalt.

Vorwort.

Ueber die Gewerbeausstellung des Jahres 1879 ist im allgemeinen die Ansicht geäussert worden, dass durch sie ein neuerlicher Aufschwung des Berliner Gewerbes offenkundig bewiesen sei; es dürfte dies Urtheil im einzelnen wohl nirgends gerechtfertigter erscheinen, als in Bezug auf die Ausstellung der Gruppe XI. „Wissenschaftliche Instrumente“.

Noch vor verhältnissmässig kurzer Zeit war der Niedergang der Präzisionsmechanik in Preussen und speziell in Berlin von allen sachkundigen wissenschaftlichen Autoritäten nach vielen Richtungen als deutlich hervortretend erkannt worden. Die Exportfähigkeit dieses Industriezweiges hatte, wie speziell Struve in Bezug auf die Bedürfnisse der Astronomie und Geodäsie für Russland hervorhob, auffallend abgenommen, die wenigen noch bestehenden, bedeutenderen Werkstätten genügten kaum dem heimischen Bedürfniss und es schien hohe Zeit, auf eine gründliche Abhülfe zu denken, sollte nicht einerseits der deutschen Gewerbthätigkeit ein reiches Arbeitsfeld verloren gehen und sollten nicht andererseits die exakten Wissenschaften, welche auf die Erzeugnisse der Mechanik angewiesen sind, in ihrer Entwickelung ernstlich gefährdet werden.

In Verfolg der Initiative des Unterzeichneten erkannte das Zentral-Direktorium der Vermessungen im Preussischen Staate in seiner Sitzung vom 3. November 1873 an, dass es hier gelte, einem grossen Mangel abzuhelfen, sollte Deutschland und speziell Berlin nicht wieder in Abhängigkeit vom Auslande wie in früheren Zeiten verfallen. Es setzte eine Kommission nieder, welche mit der Ausarbeitung von „Vorschlägen zur Hebung der wissenschaftlichen Mechanik und Instrumentenkunde“ beauftragt wurde. In diese Kommission traten neben mir von den Mitgliedern des Zentral-Direktoriums ein die Herren Geheimer Ober-Regierungsrath Dr. Engel, Ober-Bergrath Hauchecorne, Korvetten-Kapitain Knorr, Forstmeister Defert und Major Steinhausen; und da der Kommission das Recht der Kooptation ausserhalb des Zentral-Direktoriums stehender Autoritäten eingeräumt war, betheiligten sich an den Berathungen ferner in gütigster Weise noch die Herren Geheimer Medizinalrath Professor Dr. du Bois-Reymond, Professor Dr. Foerster, Direktor der Sternwarte zu Berlin, Direktor Gallenkamp, Geheimer Regierungsrath Professor Dr. Helmholtz, Admiralitätsrath Dr. Neumayer, Geheimer Regierungsrath Professor Reuleaux, Professor Dr. Schellbach und Dr. Werner Siemens.

Die Vorschläge dieser Kommission, welche im wesentlichen in der Errichtung eines mechanischen Instituts als Staatsanstalt bestanden, fanden die Zustimmung des Zentral-Direktoriums und wurden im April 1874 dem Königlichen Staatsministerium übermittelt. Begleitet von einer Denkschrift gelangten dieselben im Sommer 1876 in den Landtag und fanden auch dort eine entgegenkommende Aufnahme. Die Schwierigkeiten, die bis jetzt der Durchführung des Projekts hindernd entgegetreten sind, liegen nicht in diesem selbst; es entspringen dieselben vielmehr wesentlich der Unsicherheit der Ressortverhältnisse der hiesigen technischen Hochschule und der technischen Lehranstalten überhaupt, unter und zwischen denen das mechanische Institut seine Stelle finden soll.

Wenn irgend etwas für die bisherige Verzögerung entschädigen kann, so ist es die Wahrnehmung, dass, wie ein Blick in die Gruppe XI der Ausstellung zeigt, schon die bisherigen Verhandlungen, die Klarlegung der faktischen Zustände und vor allem der angeregte nähere Verkehr der wissenschaftlichen Autoritäten mit den bedeutenderen Chefs der mechanischen Institute befruchtend in den weiten Kreisen der Berliner Mechaniker gewirkt haben, denn dieselben führen Erzeugnisse vor, wie man sie wenige Jahre vorher in diesem Zweige der Kunstindustrie hier vergeblich gesucht haben würde.

Wie ich den Männern der Arbeit zurufe, in dem Streben, stets das Bessere zu wollen, nicht nachzulassen, damit die weitere Entwickelung zu fördern und den hiesigen Erzeugnissen den alten Weltruf wiederzugewinnen, so bitte ich alle Männer der Wissenschaft in unserm Vaterlande, die für ihre Thätigkeit der Produkte der wissenschaftlichen Mechanik bedürfen, vertrauensvoll mit der aufstrebenden heimischen Industrie in nähere Verbindung zu treten, damit auch hier der eigenen Arbeit der heimathliche Markt erhalten bleibe.

Den Erzeugnissen der Präzisionsmechanik sind in derselben Gruppe XI jene einer Anzahl Firmen auf dem Gebiete der Elektrizität und ihrer Anwendungen beigesellt worden, die, wie vor allem die der berühmten Werkstatt Siemens & Halske, der Gruppe zur hohen Zierde gereichen. Ihren Vorstehern, so wie sämmtlichen Ausstellern, welche die Herausgabe dieses Berichts durch Zeichnungen und Beschreibungen so wesentlich und eingreifend gefördert haben, ist die ganze wissenschaftliche Welt zu tiefem Dank verpflichtet, da hier zum ersten Male nach einer Ausstellung ein Bericht in einer Vollständigkeit erscheinen kann, welche selbst dem Ferngebliebenen eine erschöpfende Einsicht in das Gebotene ermöglicht. Mögen auch diese Bemühungen die reichsten Früchte tragen.

Berlin, den 3. Januar 1880.

von Morozowicz,
General-Lieutenant und Chef der Landes-Aufnahme.

Mittheilung des Herausgebers.

Die Veröffentlichung von Berichten über die wissenschaftlichen Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung ist Ende Juni v. J. in den Kreisen des „Fachvereins Berliner Mechaniker und Optiker" angeregt worden. Die Herren Generallieutenant von Morozowicz, Kapitän zur See Freiherr von Schleinitz, Geheimer Regierungsrath Prof. Dr. Helmholtz, Wirkl. Admiralitätsrath Prof. Dr. Neumayer und Prof. Dr. Foerster interessirten sich lebhaft für das Zustandekommen dieses Projekts und unterstützten dasselbe mit Rath und That. So fanden sich denn sehr bald aus allen in Betracht kommenden Zweigen der exakten Wissenschaft sachverständige Männer, welche sich zur Bearbeitung der Berichte bereit erklärten.

Die Aussteller lieferten von allen denjenigen Apparaten, welche neue oder sonst besonders bemerkenswerthe Konstruktionen aufwiesen, Beschreibungen und Zeichnungen ein, die im Laufe des August 1879 den Berichterstattern zugestellt werden konnten. Bei der Fülle des hierbei eingegangenen Materials war es sofort klar, dass die anfängliche Absicht, die Berichte noch vor Schluss der Ausstellung zu veröffentlichen, ganz und gar aufzugeben sei. Die grosse Zahl der aufzunehmenden Holzschnitte und die erheblichen Kosten derselben stellten sogar eine Zeit lang das Zustandekommen der Publikation überhaupt in Frage. Erst nach längerer Verzögerung gelang es Ende 1879 in Herrn Julius Springer einen Verleger zu finden, der vor den bedeutenden Kosten nicht zurückschreckte und mit dem ein allseitig befriedigender Verlagsvertrag abgeschlossen werden konnte. Herr Springer hat, wie das vorliegende Werk zeigt, Alles gethan, um demselben auch äusserlich eine würdige und angemessene Gestalt zu geben, und der Herausgeber unterlässt nicht, ihm zugleich im Namen der übrigen Herren Mitarbeiter dafür wärmsten Dank auszusprechen.

Auch im Laufe des Jahres 1880 erlitt die Veröffentlichung der Berichte noch eine fernere Verzögerung dadurch, dass die Einrichtung der eingelieferten Zeichnungen und die Herstellung der Holzschnitte weit mehr Mühe und Arbeit verursachte, als von vornherein angenommen worden war. Man glaubte nämlich ein Hauptgewicht auch auf die den Berichten bei-

zugebenden Abbildungen legen zu müssen und wollte nur solche Figuren aufnehmen, welche die eigentlich wesentlichen Konstruktionstheile der betreffenden Apparate mit voller Klarheit und Deutlichkeit zu veranschaulichen geeignet sind. In diesem Sinne war aber ein grosser Theil der von den Mechanikern eingelieferten Zeichnungen nicht ohne weiteres zu verwenden, es bedurfte vielmehr mehrfacher Umarbeitungen und Neuentwürfe. Der Herausgeber ist sich bewusst, dass gleichwohl unter den zahlreichen Holzschnitten nicht alle den zu stellenden Anforderungen genügen; wenn aber in Bezug auf Klarheit der Darstellung und Angemessenheit der Anordnung manche Erfolge erzielt sein sollten, so ist dies vorzugsweise der thatkräftigen und unermüdlichen Beihülfe des Herrn Mechanikers R. Fuess zu verdanken, der mit vielen Opfern an Zeit und Mühe seine Fachgenossen anregte, die eingelieferten Zeichnungen in geeigneter Weise umzuarbeiten, und zum grossen Theil an ihrer Statt diese Umarbeitung selbst vollführte.

Auch Herr Ingenieur Th. Rolle hat bei der Einrichtung der Zeichnungen und bei der Revision der Holzschnitte mit grosser Sachkenntniss und besonderem Geschick mitgewirkt und nicht minder bei den übrigen Redaktionsarbeiten dem Herausgeber mit dankenswerthem Eifer zur Seite gestanden.

Endlich ist es noch Pflicht, den Bemühungen des Herrn Holzschneiders Alfred Schultze Anerkennung zu zollen, der nach Kräften bestrebt war, den gelegentlich ziemlich weitgehenden Ansprüchen, die man an die Korrektheit der Holzschnitte glaubte stellen zu müssen, Genüge zu leisten.

An dieser Stelle soll aber auch nicht unterlassen werden, einer weit verbreiteten irrigen Auffassung gegenüber darauf hinzuweisen, dass der nachfolgende Bericht zu einer von dem Zentralkomité der Gewerbeausstellung, wie es heisst, beabsichtigten allgemeinen Publikation in keinerlei Beziehung steht. Das Zentralkomité hat zwar auch unserem Unternehmen sich insoweit förderlich erwiesen, als es den Berichterstattern freien Eintritt in die Ausstellung gewährte, dagegen hat es ein vor einigen Monaten ihm zugestelltes Ersuchen auf finanzielle Beihülfe zu dieser Veröffentlichung abschlägig beschieden.

Berlin, Anfang Oktober 1880.

Einleitung.

Die nachfolgenden Berichte sollen die in der Berliner Gewerbeausstellung von 1879 zu Tage getretenen Leistungen der Präzisionstechnik Berlins in möglichst sachgemässer Darstellung zur Kenntniss der wissenschaftlichen Welt bringen.

Die Präzisionstechnik Berlins hat in dieser Ausstellung deutlich gezeigt, dass sie den höchsten Werth auf die innere Solidität ihrer Leistungen legt und von einem durchaus ernsten wissenschaftlichen Streben beseelt ist, daher auch weiss, wie viel der Einzelne gerade in diesem Zweige der menschlichen Thätigkeit den Fachgenossen zu verdanken hat, und wie sehr es ihm ziemt, Ueberhebungen über Vorgänger und mitstrebende Fachgenossen des In- und Auslandes zu vermeiden.

Es giebt neben den exakten Wissenschaften in Bezug auf Mittel und Ziele kaum etwas Weltbürgerlicheres als die Präzisionstechnik. Lokale oder nationale Befangenheit kann ihr nur zum Schaden gereichen. Sie darf kein anderes Gesetz kennen, als in ihren Verkörperungen exakter Gedankenentwickelung einen kritisch bemessenen — nicht immer gerade den höchsten — Genauigkeits- und Sicherheitsgrad mit dem geringsten ihm zukommenden Aufwande zu erreichen.

Bei der Vergleichung mit auswärtigen Leistungen verlangt demnach die Präzisionstechnik Berlins Nichts als eine gerechte Beurtheilung nach diesem einfachen Gesichtspunkte. Wirklichen Vorzügen fremder Leistungen gegenüber will sie keineswegs nach nationalen oder lokalpatriotischen Gesichtspunkten behandelt sein, nur hat sie für die Zukunft den Wunsch, dass auch bei Vergleichungen dieser Art gründliche Kritik

geübt und über die Unmöglichkeit ebenbürtiger einheimischer Leistungen nicht vorzeitig und willkührlich entschieden werde.

Die nachfolgenden Blätter sollen zugleich dazu dienen, für eine Reihe von Konstruktionen von erheblicher praktischer Bedeutung gewisse Hauptgesichtspunkte der Arbeit möglichst klar darzulegen und in der Erläuterung und bildlichen Darstellung mehrerer allgemein verbreiteten und wichtigen Konstruktionen nicht sowohl andern Präzisionstechnikern selbst, als vielmehr den Lehrern und Forschern der exakten Wissenschaften einen vermehrten Anhalt für die Beurtheilung und Handhabung der von ihnen anzuwendenden Einrichtungen zu bieten.

Die astronomischen Instrumente.

Auf Grund der von den Ausstellern eingelieferten Beschreibungen zusammengestellt von Prof. Dr. **W. Foerster**, Direktor der Berliner Sternwarte und der Kaiserl. Normal-Eichungs-Kommission.

Der allgemeine Charakter der astronomischen Instrumente der Ausstellung entspricht dem bisherigen wesentlichen Charakter der deutschen Astronomie.

Wie die letztere durch ausdauernde Stetigkeit und kritische Feinheit der Arbeiten eine hervorragende Stellung in der Fachgenossenschaft einnimmt, obgleich sie nicht entfernt mit so kolossalen Mitteln arbeitet, wie die Astronomie anderer Nationen, so zeichneten sich auch die astronomischen Instrumente unserer Ausstellung nicht durch Grösse der Dimensionen, sondern durch Solidität und manche Feinheit der Durchbildung derjenigen Detaileinrichtungen aus, deren grösstmögliche Vollkommenheit zur Sicherung und Erleichterung der zahlreichen und gleichartigen Messungen, welche die Aufgabe der beobachtenden Astronomie bilden, so ungemein wesentlich ist.

A. Grössere astronomische Instrumente.

Solche waren ausschliesslich von C. Bamberg ausgestellt, in erster Reihe ist zu nennen:

Das **Universal-Transit**, eine Form des Durchgangs- oder Transitinstrumentes, welche aus einer Verallgemeinerung der sogenannten Durchgangsbeobachtungen hervorgegangen ist.

Bekanntlich ist es das Wesen der Durchgangsinstrumente, dass sie mittels der Beobachtung der Durchgangszeiten von Himmelsobjekten durch die Rotationsebene eines Fernrohrs Winkelmessungen am Himmel ohne Anwendung von Kreistheilungen ermöglichen, indem zu diesen Winkelmessungen lediglich die aus den Unterschieden der Durchgangszeiten sich ergebenden Drehungswinkel der Erde um ihre Achse verwendet werden.

Bisher hat man Durchgangsbeobachtungen dieser Art nur an solchen Instrumenten angestellt, welche mit der Erde derartig verbunden sind,

dass ihre Fernröhre Vertikalebenen in der Nähe des Meridians (Süd-Nord-Vertikals) oder in der Nähe des Ost-West-Vertikals beschreiben.

Erst in neuester Zeit ist durch eine theoretische Verallgemeinerung, insbesondere im Berliner astronomischen Jahrbuche (Jahrgang 1880 und 1882) darauf hingewiesen worden, dass auch die Beobachtungen von Durchgängen durch alle anderen Vertikalebenen höchst brauchbare und wichtige Ergebnisse für Winkelmessungen am Himmel aus blossen Zeitmessungen, frei von allen Uebelständen der Messungen an getheilten Kreisen und unabhängig von den Unsicherheiten der Kenntniss der atmosphärischen Strahlenbrechung, zu liefern vermögen.

Hierzu musste jedoch eine besondere Form des Durchgangsinstrumentes geschaffen werden, nämlich eine solche, welche nicht nur eine bequeme Horizontalaufstellung der Rotationsachse des Instrumentes in allen Azimuthen gestattete, sondern dabei auch denselben Grad von Unveränderlichkeit der Lage dieser Rotationsachse gegen die Rotationsachse der Erde zu erreichen ermöglichte, welcher bei den grossen Durchgangsinstrumenten im Meridian und im Ost-West-Vertikal bisher erreicht worden war.

Bamberg hat dies in vorliegendem Instrumente in sehr sinnreicher und zweckentsprechender Weise ausgeführt.

Der Körper der horizontalen Achse ist bei dem in Rede stehenden Instrument in derselben Länge und Stärke gebaut, wie bei den bisherigen grossen festen Durchgangsinstrumenten, deren Achse in der Regel auf je zwei isolirten festen Steinpfeilern aufgelegt ist. Bei dem Universal-Transit ruht jedoch diese Achse mit ihren Enden nicht auf zwei festen Pfeilern, sondern auf sehr stark gebauten eisernen Pfeilerstativen, welche aus einem durch ein kräftiges Speichenwerk überaus solide gestalteten kreisförmigen eisernen Rahmen hervorgehen und somit untereinander in sehr fester Verbindung sind. Dieser ganze starke Rahmen mit den Stativpfeilern ist durch die nachfolgend in Beschreibung und Zeichnung (Fig. 1 S. 7) näher erläuterten Einrichtungen auf der Plattform eines festen Mauerpfeilers drehbar und in beliebigen Azimuthen bequem und sicher einzustellen.

Der Abstand der in den beiden eisernen Pfeilerstativen gebetteten Lager für die Zapfen der Horizontalachse beträgt 95 cm, die Dicke der Zapfen 8,1 cm.

An dem Kubus in der Mitte der Horizontalachse ist das Fernrohr befestigt und zwar nur die Objektivhälfte desselben, da aus besonderen Gründen vorgezogen worden ist, statt eines geraden ein gebrochenes Fernrohr anzuwenden und in dem Kubus der Horizontalachse ein Reflexionsprisma anzubringen, so dass die Okulareinrichtungen sich an dem einen Ende der Horizontalachse befinden.

Trotz der nicht unerheblichen optischen Uebelstände, welche bekanntlich einer derartigen Einrichtung meistens anhaften, wurde derselben für den vorliegenden Zweck der Vorzug gegeben, weil sie es allein ermöglicht,

in allen Lagen des Fernrohrs die Wasserwage an der Horizontalachse hängen zu lassen, sowie Beobachtungen im Quecksilberhorizont schnell und bequem anzustellen und die Lage und Stellung des Beobachters sowohl an sich, als auch zu den verschiedenen Theilen des Instrumentes möglichst unveränderlich zu halten, wobei die Einseitigkeit der Temperaturwirkungen des Beobachters auf die Pfeiler durch passende Schutzeinrichtungen leicht ausgeschlossen wird.

Auch ist es als ein besonderer Vorzug dieser Einrichtung zu betrachten, dass dieselbe die Pfeilerstative bedeutend niedriger zu halten gestattet, als es bei einem geraden Fernrohr möglich sein würde, dass somit der Grad der Festigkeit der Aufstellung und der Unabhängigkeit derselben von Temperaturänderungen wesentlich erhöht wird.

Natürlich musste unter diesen Umständen das Objektivrohr besonders stark und möglichst biegungsfrei, also mit sehr starker konischer Verjüngung von dem Kubus der Horizontalachse ausgehend hergestellt werden, wodurch die sehr bedeutenden Dimensionen dieses Kubus mitbestimmt wurden, welche ausserdem auch für eine möglichst solide Lagerung des Prismas, das im Uebrigen mit dem Objektivrohr fest verbunden ist, sehr günstig waren.

Die grosse Metallstärke dieser und anderer Theile des Instrumentes, z. B. auch der Stative und des sie verbindenden Rahmens, ist auch wesentlich deshalb gewählt, weil diese Metallstärken die Trägheit des ganzen Apparates gegen den Einfluss schneller Temperaturänderungen in bedeutendem Maasse erhöhen und somit die Unveränderlichkeit der Lagerung der horizontalen Rotationsachse zur Erdachse in besonderem Maasse begünstigen.

Die Oeffnung des von Dr. Hugo Schröder in Hamburg angefertigten Objektivs beträgt 115 mm und die Bildweite 1290 mm, so dass in der Faden- und Mikrometerebene des Fernrohrs einer Bogensekunde ein linearer Abstand von etwas mehr als sechs Tausendtheilen des Millimeter entspricht, eine Grösse, die zur Pointirung auf wenige Hunderttheile der Bogensekunde nach den bekannten Erfahrungen vollkommen ausreicht.

Von besonderer Wichtigkeit ist für ein solches in allen Azimuthen mit vollkommener Leichtigkeit und Sicherheit aufzustellendes Universal-Transit die Möglichkeit, in ungemein kurzer Frist und mit der grössten, alle Erschütterungen vermeidenden Stetigkeit und Feinheit die Horizontalachse mit dem Fernrohr aus den Lagern heben, um eine Vertikalachse drehen uud in entgegengesetzter Richtung wieder in die Lager einlegen zu können. — Auf diese Weise wird es auch möglich, gewisse Fehler des Instrumentes, insbesondere auch die nur schwer genau zu bestimmenden Seitenbiegungen des Rohres aus dem Ergebnisse der Beobachtungen durchweg zu eliminiren.

Diese Einrichtung ist am vorliegenden Instrument von Bamberg in

einer mit der Kontrabalanzirung des ganzen Instrumentes sehr geschickt verbundenen und äusserst bequemen Weise so ausgeführt, dass man fast ohne alle Vorbereitungen und nachherige Einstellungen durch ein kleines Rad mittels eines ganz in dem Hauptpfeiler verborgenen Mechanismus (Fig. 2 S. 11) das Instrument in wenigen Sekunden aus den Lagern heben und innerhalb einer halben Minute aufs Vollständigste zugleich mit der Wasserwage umlegen kann.

Auch für die Wasserwage ist übrigens eine besondere Kontrabalanzirung vorhanden, welche beliebig stark in Wirksamkeit gesetzt werden kann, so dass bei der Drehung des Instrumentes die Libelle gar nicht oder nur mit einem überaus kleinen Theile ihres Gewichts auf den Zapfen ruht und nur bei den Ablesungen mit stärkerem Gewicht auf dieselben niedergelassen wird. — Die Ablesungen der kleinen Kreise, welche bloss zur Einstellung nicht zur Messung dienen, und der Wasserwage erfolgen sämmtlich durch Fernröhrchen von dem Okulare aus.

Ausser der Libelle, welche zur Bestimmung der Zenithdistanz der Horizontalachse dient, ist noch eine zweite vorhanden, welche durch Klemmung eines Rahmenstückes mit der Horizontalachse in jeder beliebigen Drehungsphase derselben fest verbunden werden kann, und welche somit, insbesondere unter Anwendung des Umlegungsmechanismus, durchaus bequem und sicher in genau gleichen und entgegengesetzten Abständen vom Zenith unmittelbar auf einander folgende Einstellungen des Fernrohrs auf geeignete ausgewählte Sterne gestattet.

Das Instrument ist natürlich mit vollständigem, in jeder Richtung zu brauchenden Okularmikrometer, sowie mit den Einrichtungen zur Beobachtung im Quecksilberhorizont versehen. Ausserdem ist ein Apparat zur Untersuchung der Gestalt der Umdrehungszapfen beigegeben.

Diese allgemeinen Erläuterungen mögen nun durch nähere Beschreibung der wesentlichen einzelnen Theile vervollständigt werden.

Das Stativ des Transits (Fig. 1) wird gebildet von dem kreisförmigen eisernen Speichenrahmen *L*, welcher mit entsprechenden Vorsprüngen für die 3 Fussschrauben N und die beiden Lagerträger *M* versehen ist. Letztere sind fest mit Rahmen *L* verbunden und haben einen beträchtlichen Querschnitt, sind aber hohl gegossen. Um raschen partiellen Temperaturwirkungen vorzubeugen, sind Rahmen und Träger vollständig mit starkem Tuche bekleidet. Die drei Stellschrauben *N* stehen um 120° von einander ab und zwar so, dass eine Schraube in der durch die Fernrohrachse gedachten Vertikalebene steht. Die Ganghöhe der Fussschraubengewinde beträgt 1 mm, jeder Schraubenkopf ist in 100 Theile getheilt; an je einem vertikal stehenden festen Index werden die ganzen Umdrehungen und die Bruchtheile derselben abgelesen. Die Unterlagplatten der Fussschrauben sind radial mit Rinnen versehen und schleifen mit entsprechenden Führungsbacken auf einem ▽förmigen Kreisschlittenlager *O*, an welchem sie in

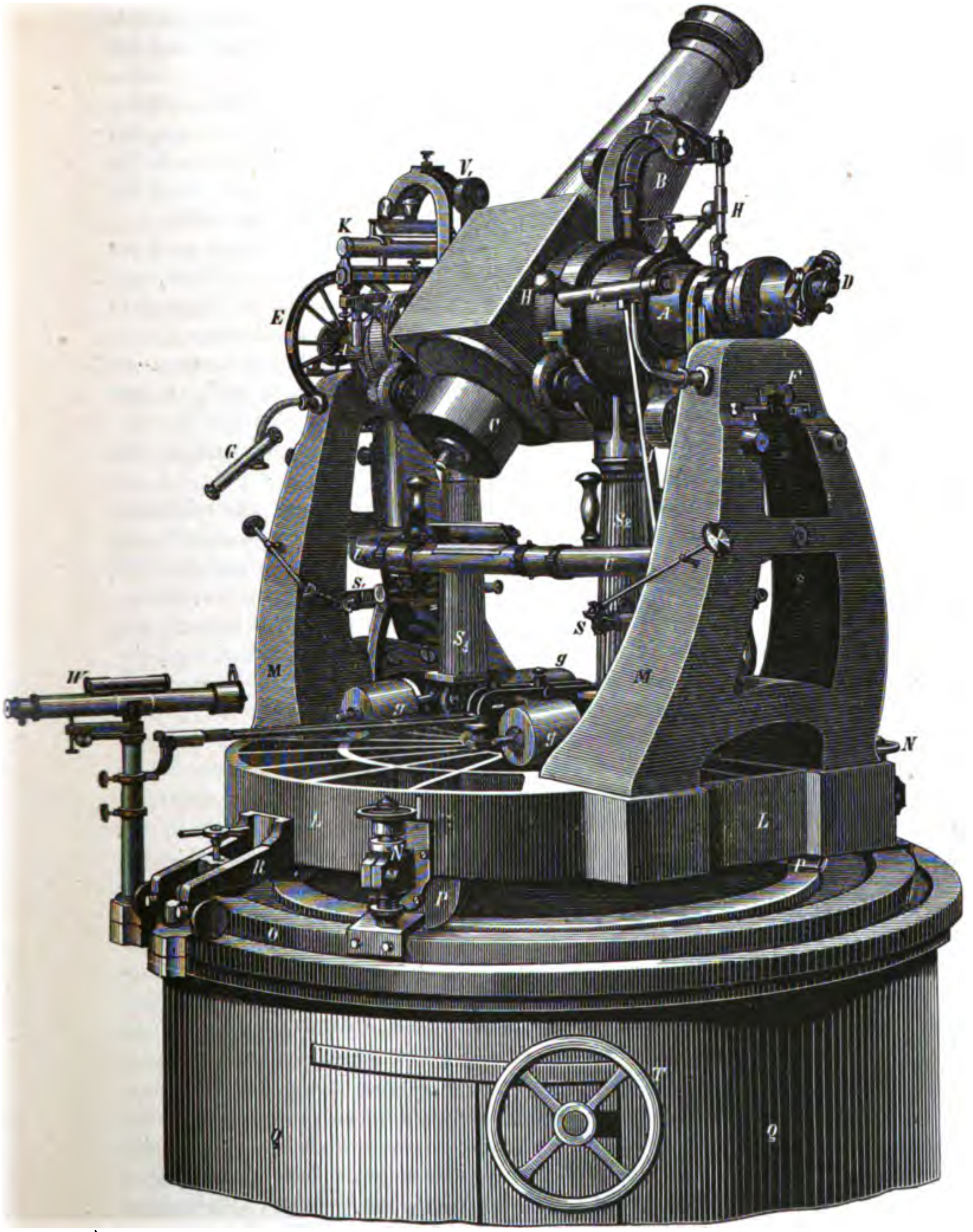


Fig. 1 ($^{1}/_{10}$ natürl. Gr.).

jeder Lage durch Klemmschrauben fest geklemmt werden können und zwar so sicher, dass jede zufällige Veränderung des Azimuths durch Verstellung der Fussplatten ausgeschlossen ist.

Die Drehung des Fussrahmens L erfolgt auf 3 an der Unterfläche desselben gelagerten Rollen P, deren Achsen radial gerichtet sind und zwischen den Fussschrauben und der Mitte des Rahmens ihre Lager haben; die Rollen gleiten auf einer mit dem Schlittenlager O konzentrischen Bahn, wenn die Fussschrauben um einige Umgänge hochgeschraubt sind. Die beiden konzentrischen Bahnen sind aus einem Gussstück hergestellt mit der eisernen Kopfplatte, welche den Abschluss des runden Steinpfeilers bildet, auf dem das Instrument montirt ist. Beim Festzementiren der Kopfplatte ist dieselbe so genau horizontirt worden, dass Steigungsdifferenzen oder Unregelmässigkeiten in der Ebene von höchstens noch 5 Sekunden vorkommen; die Fernrohrachse wird in einem neuen Azimuth sofort wieder nahezu horizontal sein, wenn man den Fussschrauben dieselbe an ihrer Theilung und ihrem Index ablesbare Einstellung giebt, welche sie in dem früheren Azimuth hatten.

Die beiden Träger M sind oben mit winkelförmigen Fernrohrlagern versehen; sie springen nach innen etwas hervor, so dass es möglich ist, die Lager der Hängelibelle U so anzuordnen, dass sie in denselben Querschnitten die vollkommen gehärteten Stahlzylinder der Fernrohrachse berühren, in welchen diese in den Lagern einliegen, wobei das Umlegen der Libelle keine Schwierigkeiten macht und sie auch beim Umlegen der Fernrohrachse auf denselben nicht hängen bleiben kann.

Das Objektiv des Fernrohrs ist in der gewöhnlichen Weise gefasst; um den Einfluss der Ausdehnungsverschiedenheit von Glas und Messing zu paralysiren, liegt der zylindrische Rand des Glases gegen zwei feste Stücke eines Zylindermantels an, während ein durch eine kräftige Feder gespannter Backen der Ausdehnung Spielraum gewährt. Natürlich ist der Backen so gelegen, dass blos Lagenveränderungen des Objektives in der Rotationsebene möglich sind, der Kollimationsfehler des Fernrohrs aber dadurch nicht beeinflusst wird.

Das Reflexionsprisma im Inneren des Achsenkubus ist entgegen der meist üblichen Befestigungsart mit dem Objektivrohr B verbunden; beide Kathetenflächen liegen auf festen Punkten auf und werden in dieser Lage gehalten durch eine kreuzförmige, auf die Hypotenusenfläche wirkende Feder mit 4 Druckpunkten, welche so mit obigen Tieflagepunkten korrespondiren, dass jede Formveränderung des Prismas ausgeschlossen ist. Auf diese Weise ist nicht allein eine möglichst unveränderliche Lage des Prismas gegen das Objektiv gesichert, sondern es ist auch möglich, durch einfache Bearbeitung auf der Drehbank eine genaue normale Lage der Kathetenflächen gegen die gebrochene optische Achse ohne Korrektureinrichtung zu erreichen, so dass schliesslich nur ein sehr kleiner Kollimationsfehler am

Fadennetz zu berichtigen war. Der Auszug des Okularkopfes *D* ist mit Theilung und Nonius zum bequemen Fokuseinstellen versehen. Das Okularmikrometer trägt ein festes Netz mit 5 Gruppen von je 5 Fäden und 3 zu ersterm rechtwinkelig stehenden Gruppen von je 2 Fäden. Der bewegliche Faden lässt sich sammt Mikrometerschraube um 90° drehen. Die Mikrometerschraube ist mit 100theiliger Trommel versehen; eine Umdrehung entspricht nahe 40 Sekunden. Die ganzen Schraubenumdrehungen werden an einer Scheibe mit ziemlich grossen und kräftig markirten Intervallen abgelesen. Das Okular kann mittels raschwirkender Schraube über das Gesichtsfeld hin bewegt werden; die Richtung der Bewegung ist beliebig zu ändern.

Die Beleuchtung des Gesichtsfeldes erfolgt in der Achse, deren dem Okularkopf entgegengesetztes Ende durch eine matte Glasplatte verschlossen ist. Auf der Mitte der Hypotenusenfläche des grossen Reflexionsprismas ist ein kleines entgegengesetzt gerichtetes rechtwinkliges Glasprisma von nur einigen Quadratmillimetern Fläche aufgekittet, so dass an dieser Stelle ein Durchgang von Licht möglich ist. Durch Drehung einer matten Glasplatte, welche sich vor dem kleinen Prisma befindet und mittels eines geränderten Kopfes vom Okular aus bequem dirigirt werden kann, ist die Helligkeit beliebig zu moderiren.

Der Aufsuchekreis *E* sitzt fest auf dem Achsenhals und wird von der drehbaren kreisförmigen Alhidade umschlossen, welche mit Wasserwage versehen ist und mittels eines kleinen Mikrometers *F* an jedem Träger *M* eingestellt werden kann; die Theilung giebt Minuten an und kann mittels eines Ablesefernrohrs *G* vom Okular aus abgelesen werden. Das Objektivrohr *B* wird balanzirt durch das Gegengewicht *C*.

Die Okularhälfte der Achse hat drei in Griffen endende Arme *H*, welche vom Beobachter am Okular bequem gefasst werden können und zur groben Einstellung des Fernrohrs dienen. Vor den Griffen sitzt der Klemmenkörper *J* für die Einstellung des Fernrohrs.

Auf der Kreishälfte der Achse ist eine zweite Klemme H_1 dreh- und feststellbar angebracht, welche einen in der Höhe mikrometrisch verstellbaren Lagerbock zur Aufnahme eines an beiden Enden gleich starken Stahlzylinders trägt, auf welchen eine sehr feine Setzlibelle *K* gestellt werden kann. Diese Libelle kann bei jeder Neigung des Fernrohres horizontal gestellt werden und dient zum Beobachten in gleichen Höhen zu beiden Seiten des Zenithpunktes.

Die Träger *M* haben eine solche Höhe, dass das Fernrohr sich durchschlagen lässt also auch Nadirbeobachtungen in einem darunter aufgestellten Quecksilberhorizont gestattet. Damit hierbei zugleich die Hängelibelle *U* abgelesen werden kann, ist das Hauptfassungsrohr so geschweift, dass es das senkrecht nach unten gerichtete Fernrohr nicht berührt. Zum bequemen Ablesen ist über dem Glasrohr ein Ablesespiegel angebracht. Die Libelle hat

besondere später zu beschreibende Balanzirungseinrichtungen; sie kann bequem umgelegt werden und kann beim Umlegen der Fernrohrachse auf dieser hängen bleiben. Auch kann sie während des Beobachtens so abgehoben werden, dass sie frei über der Achse hängt, ohne dass die Lager die Achszylinder berühren.

Ausser den schon erwähnten Mikrometerwerken *F* und den beiden Ablesefernrohren *G* sind an den Trägern *M* noch angebracht die beiden ganz gleichartigen grossen Mikrometerwerke *S* und S_1 für die Feinbewegung der Fernrohrachse.

Der Mikrometerschraube entgegen wirkt eine starke, in ein Haus eingeschlossene Spiralfeder, welche mittels Hebels gespannt werden kann, wenn das Fernrohr umgelegt werden soll. Der Kopf der mit nicht zu feinem Gewinde versehenen Mikrometerschraube wird von einem Zahnrad gebildet, in welches ein längerer Trieb eingreift. Am Triebe sitzt ein Schlüssel mit doppeltem Gelenke, dessen Kopf so angeordnet ist, dass ihn die Hand des vor dem Fernrohrokular stehenden Beobachters bequem erfassen kann. Damit beim Umlegen der Fernrohrachse der Stahlschwanz der Klemme *J* sich sicher wieder zwischen die Mikrometerschraube und die gespannte Feder stellt und nicht durch Aufstossen der Klemme auf Theile des Mikrometerwerkes Schaden verursacht wird, sind auf diesem schräge Führungsbacken angebracht, von welchen der eine fest der andere beweglich ist. Durch einen an der einen Aushebungssäule befestigten Stift, welcher in eine Kurvenführung des beweglichen Backens tritt, wird beim Hochheben der Fernrohrachse und beim Niederlassen in der entgegengesetzten Lage dieser Backen entsprechend dirigirt, so das er gefahrlos und sicher das Ende der Klemme *J* in das Mikrometerwerk einführt.

Die Balanzirungsvorrichtung der Fernrohrachse ist in unmittelbare Verbindung mit dem Umlegebock gebracht. Der Umlegemechanismus ist in folgender Weise angeordnet (Fig. 2):

90 cm unter der Kopfplatte des Steinpfeilers geht diametral durch denselben ein Kanal von je 19 cm Breite und Höhe, in welchem ein fester Eisenrost angebracht ist. Dieser Rost dient dem plattenförmigen Fuss *a* der Aushebungswinde als sichere Unterlage. Auf der Fussplatte *a* ist die Welle *b* gelagert, auf welcher, genau in der Mitte des Pfeilers, eine Scheibe befestigt ist, deren Rand eine Spiralbahn von 45 mm Steigung auf die ganze Umdrehung bildet. Durch Umdrehen der Welle *b* vermittels des Rades *T*, welches auf einer Schraube ohne Ende steckt und zunächst die Welle *d* bewegt, die durch Eingriff konischer Räder mit *b* verbunden ist, kann der Aushebungsbock um ungefähr 4 cm — mit Inbetrachtziehung des an verschiedenen Stellen vorhandenen todten Ganges — gehoben werden. Die Winde lässt sich behufs Reinigens und Oelens aus dem Steinpfeiler herausziehen. Um volle Symmetrie zu wahren, sind auf der der Winde entgegengesetzten Seite des Pfeilers die zusammengesetzten, rohen Gussstücke,

welche den grössten Theil ihrer Masse ausmachen, noch einmal eingefügt. Die Oeffnungen sind durch Thüren verschlossen. In der Längsachse ist der Steinpfeiler bis zum Querkanal ausgehöhlt, so dass eine kräftige Eisen-

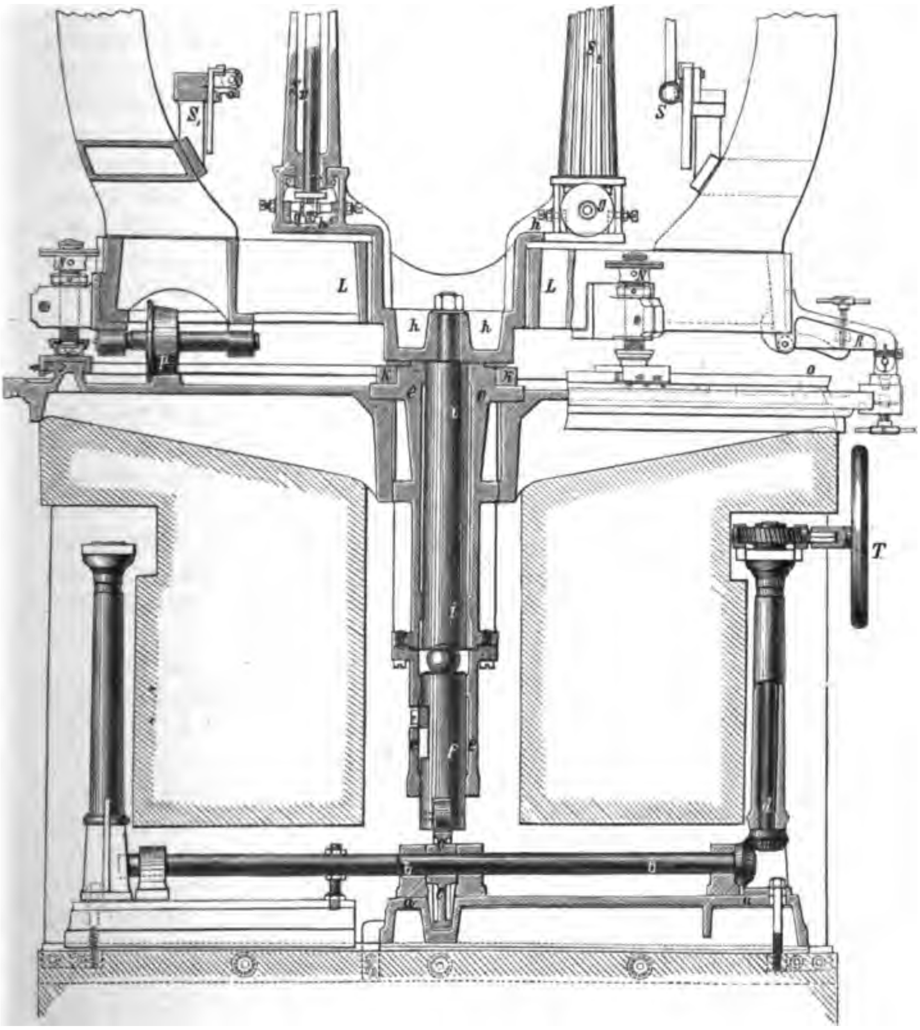


Fig. 2 (1/12 natürl. Gr.).

buchse, welche mit dem Pfeilerkopf verbunden ist und bis nahe auf die Spiralscheibe niederragt, Raum hat. Die zylindrisch ausgedrehte Buchse dient zur Aufnahme des am Ende des Aushebungsbockes befestigten Führungsgliedes *i*. Im unteren Theile der Buchse schiebt sich ein kurzer

Zylinder f, welcher gegen seitliche Drehung gesichert ist und unten eine Friktionsrolle trägt, gegen-welche die Spiralscheibe C wirkt. Auf der oberen Endfläche des Zylinders f liegt in einer zentrischen Vertiefung eine harte Stahlkugel, welche beim Heben des Zylinders f in eine Vertiefung des Führungszylinders i tritt und diesen mit dem Aushebungsbock zugleich hebt. Die Säulen S_2 und S_3 des Aushebungsbockes h enden in wiegenförmige Körper (Fig. 1), welche beim Hochheben unter die Fernrohrachse fassen und diese aus den Lagern heben. Ist die Hebung vollständig ausgeführt, so werden Führungen frei, welche bis dahin eine Drehung des Bockes verhinderten und es kommen Anschläge zur Geltung, welche gestatten, dass der Bock mit dem Fernrohr um 180 Grad gedreht werden kann, so dass die Achszylinder wieder genau über die Lager zu stehen kommen. Durch Drehen des Rades T in entgegengesetzter Richtung wird das Fernrohr langsam in die Lager niedergelassen. Der napfartige, in zwei Armen endende Theil des Aushebungsbockes geht mit Spielraum durch das zentrale Loch des Instrumentenfusses und liegt gewöhnlich auf einem Ansatze des Pfeilerkopfes auf. In ihm kann der Quecksilberhorizont mit einem Dreifuss aufgestellt werden. Die Säulen S_2 und S_3 sind der Länge nach durchbohrt, in den Durchbohrungen schiebt sich je eine Stahlstange, welche oben in einer beweglichen Scheere mit 2 grossen stählernen Friktionsrollen endet. In den Armen des Aushebungskörpers sind je 2 doppelarmige, mit Schneiden und Gegengewichten g versehene Hebel gelagert, welche gegen die Unterflächen der Stahlstangen wirken und die Friktionsrollen mit solcher Kraft gegen die Fernrohrachse drücken, dass diese mit nur 8 kg Gewicht in den Lagern einliegt.

Die Anschläge für das Umlegen der Achse befinden sich nicht am Instrumente, sondern am Pfeilerkopf und zwar auf einer Ringklemme k, welche zentrisch auf demselben gedreht und festgeklemmt werden kann. Soll das Instrument in ein neues Azimuth übergeführt werden, so kann man weitergehend die Klemme mit dem Instrumentenfusse in Verbindung bringen, so dass sie an der Drehung Theil nimmt; nachdem sie in der neuen Lage festgestellt worden ist, werden die Anschläge für diese neue Lage wieder adjustirt sein. Die Träger V und V_1 für die Hebel der Libellenbalanzirung sind auf den Aushebungswiegen befestigt; die Einrichtung ist aus Fig. 1 zu ersehen.

Der Aufsuchekreis für die Veränderung des Universal-Transits im Azimuth musste eine besondere Einrichtung erhalten, da jedenfalls die Drehung des Instrumentes auf Rollen nicht mit solcher Präzision vor sich gehen wird, wie auf einer festen Achse, so musste eine Einrichtung gewählt werden, bei welcher eine Lagenveränderung der Drehungsachse während der Drehung keinen Einfluss auf den gemessenen Winkel übt, was auf folgende Weise erreicht wurde. Ein Fernrohr W (Fig. 1) lässt sich mit seinem Stativ an dem Rande des Pfeilerkopfes festklemmen und in

horizontaler und vertikaler Richtung bequem verstellen; um rasch der Visirlinie eine nahezu horizontale Richtung geben zu können, ist eine Libelle auf dem Rohr angebracht. Auf der Mitte des Instrumentenfusses *L* kann ein kleiner Azimuthalkreis mit Dreifuss und Stahlschrauben befestigt und nach einer Libelle horizontirt werden; die Alhidade trägt 2 Nonien mit Ablesung auf einzelne Minuten; über dem einen Nonius ist ein rechtwinkliges Glasprisma befestigt, dessen eine Kathetenfläche vertikal steht. Mit der Alhidade ist ferner eine lange Klemme verbunden, welche in ein Mikrometerwerk des Fernrohrstativs tritt und hier fein bewegt werden kann. Ist das Fernrohr auf unendliche Entfernungen eingestellt und beleuchtet man das Fadenkreuz durch das Okular hindurch, so wird man das Fernrohr senkrecht auf die Kathetenfläche des Prismas stellen können, indem man das Fadenkreuz mit seinem reflektirten Bild zur Deckung bringt. Vor dem Objektiv des Fernrohrs *W* befindet sich eine zweite zur Seite zu schlagende Linse, deren Brennweite gleich ist ihrer Entfernung von der Theilfläche des Kreises, so dass man also, wenn man diese Linse vor das Fernrohrobjektiv bringt, die Theilung mittels des Fernrohrs durch das Glasprisma ablesen kann, ohne die Fokuseinstellung zu ändern. Da der Kreis an der Drehung des Fusses Theil nimmt, die Alhidade aber in Verbindung mit dem Ablesefernrohr *W* bleibt und die Abweichungen von der senkrechten Richtung auf die Kathetenfläche durch Korrektur an der Alhidadenklemme beseitigt werden können, so ist leicht einzusehen, wie man mit dieser Einrichtung die Ablesung des Azimuthalwinkels von dem Einfluss der Ortsveränderung der Achse frei erhalten kann. Zur Feinbewegung des Instrumentes im Azimuth kann eine Klaue *R* mit 2 gegen einander wirkenden Schrauben an beliebiger Stelle des Fussrandes angeklemmt werden; eine Schleifklemme am Rande des Pfeilerkopfes trägt nach oben einen Schwanz, gegen welchen die Einstellschrauben wirken.

Zur genauen Bestimmung der Zylinderform der Achse dient ein Mikrometermikroskop, welches mit seinem Lagerbock an die Träger *M* so angesetzt und korrigirt werden kann, dass seine optische Achse mit der Fernrohrachse zusammenfällt.

Eine Mire, bestehend aus einem mit Diamant auf Glas gezogenen Kreise von ungefähr 0,3 mm Durchmesser ist in der Ebene der Lagerung der Stahlzylinder in den Lagern im Innern der Achse befestigt und möglichst genau zentrirt. Zur Bestimmung der Mikrometerwerthe des Mikroskopes ist neben der Mire noch eine feine Theilung in 0,2 mm auf die Glasplatte gezogen. Die Mire für den Zylinder auf der Okularseite der Achse ist in ein Rohr von gleichem Durchmesser und Gewicht wie der Okularauszug gefasst und wird an Stelle des Okularkopfes eingeschoben, wenn die Untersuchung vorgenommen werden soll. Aus der bekannten Lagerweite der Fernrohrachse und aus der gemessenen Veränderung der Lage der Mire beim Drehen um die Fernrohrachse — wobei die Exzentri-

zität der Mire leicht eliminirt werden kann — wird man mit grosser Schärfe die aus der fehlerhaften Zylinderform hervorgehenden Abweichungen von der Visirebene in absolutem Maass bestimmen können. Um auch die unregelmässige Form der Miren unschädlich zu machen, sind diese sowohl, als auch das Mikroskop um seine optische Achse drehbar eingerichtet. Die Vergrösserung des Mikroskopes ist so abgestimmt, dass eine Verschiebung der Mire um ein Intervall der hunderttheiligen Trommel der Mikrometerschraube einer Lagenveränderung der Fernrohrachse von ungefähr 0,1 Sekunde entspricht.

Bamberg hat ferner ein **tragbares Durchgangsinstrument** ausgestellt. Die tragbaren gebrochenen Durchgangsinstrumente haben in den letzten Jahrzehnten, dank den Anregungen von Argelander und Doellen und den Arbeiten von Repsold, Brauer und Martins, grosse Verbesserungen erfahren, so dass dieselben jetzt als die klassischen Instrumente für absolute Zeitbestimmungen gelten und bei den zahlreichen geographischen Längenbestimmungen telegraphischen Charakters, welche jetzt durch und für die europäische Gradmessung ausgeführt werden, die wesentlichste Rolle spielen.

Die neuerdings von Bamberg gelieferten Instrumente dieser Gattung reihen sich den besten an. Bei ihnen hat er sich eine immer sorgfältigere Durchbildung der bewährtesten Konstruktionen in allen einzelnen wesentlichen Einrichtungen zur Aufgabe gestellt. Die folgende Spezialbeschreibung giebt den Nachweis hierfür:

Den Unterbau des Instruments (Fig. 3) bildet ein kräftiger durch Kreuzrippen verstärkter oblonger Eisenrahmen A, auf welchem die Lagerständer V und V_1 ein für allemal befestigt sind. Von den 3 Fusspunkten wird der eine durch die Spitze einer in der Richtung der Fernrohrachse liegenden, mit feinem Gewinde versehenen Kopfschraube a_1 gebildet, welche zur Korrektur der horizontalen Lage der Fernrohrachse dient. Von den beiden andern Fusspunkten a_2 und a_3, welche an der entgegengesetzten kurzen Seite des Fusses liegen, ist der eine unten abgerundet und mit Gewinde und Mutter zum Ausrichten des Fusses nach dem Querniveau L versehen; der andere ist fest und endet in einer Spitze. Die auf die Ständer V und V_1 aufgeschraubten Achsenlager aus Rothguss sind winkelförmig und in der Querrichtung abgerundet; sie ragen nach innen soweit aus den Ständern hervor, dass die gleichfalls winkelförmigen Lager der Hängelibelle L, welche genau dieselbe Weite wie die Achsenlager (etwa 50 cm) haben, mit diesem in gleichem Querschnitt des Fernrohrachsenzylinders aufliegen und bequem Platz zwischen den Ständern haben, wenn die Libelle umgehängt werden soll. Das Fernrohr F hat 54 mm Oeffnung, 56,7 cm Brennweite, 2 Ramsden'sche Okulare von 50 und 65facher Vergrösserung und Sonnengläser. Das Okular-Schraubenmikrometer M ist ähnlich eingerichtet wie dasjenige der Mikroskope der 10zölligen Universalinstrumente (S. 22), nur befindet sich im Innern ein festes Diaphragma mit 5 Stundenfäden von

etwa 20 Zeitsekunden Abstand, mit einem Rechen zur Zählung der ganzen Umdrehungen der Mikrometerschraube und mit zwei Deklinationsfäden. Der bewegliche Faden ist einfach, die Trommel der Mikrometerschraube in 100 Theile getheilt und das Okular auf einem Schieber mittels schnellwir-

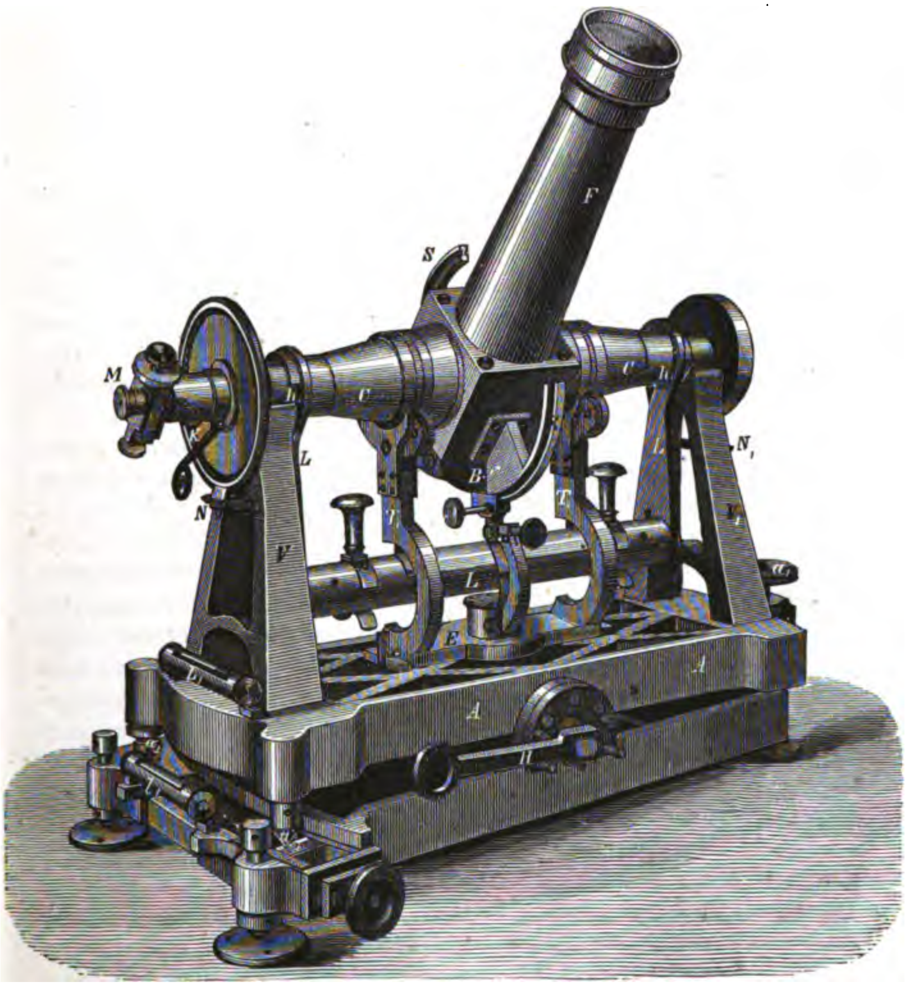


Fig. 3 (1/6 natürl. Gr.).

kender Schraube über das Gesichtsfeld zu verschieben. Die Beleuchtung des Gesichtsfeldes geschieht zentrisch durch die Fernrohrachse, indem auf der Mitte der Hypotenusenfläche des grossen, im Kubus der Achse befestigten Reflexionsprismas ein kleines rundes rechtwinkliges Prisma von etwa 2 qmm

Fläche so angekittet ist, dass die benutzte Kathetenfläche rechtwinklig zur Achse, also parallel zur gegenüberliegenden Kathetenfläche des grossen Prismas steht, dem Lichte also gradliniger Durchgang gestattet ist. Vor dem kleinen Prisma an dem dem Okularkopf entgegengesetzten Ende befindet sich ein Gegengewicht, in dessen Zentrum eine mattgeschliffene Glasplatte eingefasst ist, welche das auf das Beleuchtungsprisma fallende Licht zerstreut. Das grosse Prisma ist ohne Korrektionseinrichtung auf dem Prismenstuhl befestigt, dieser aber in den Kubus eingeschraubt, wobei durch die Bearbeitung eine möglichst genaue Lage erzielt ist. Der übrigbleibende kleine Kollimationsfehler wird durch Verschiebung des ganzen Schraubenmikrometers mittels Korrekturschrauben berichtigt. Am Okularkopf befindet sich der Aufsuchekreis K, dessen Theilung mittels Lupe an einem Nonius bis auf einzelne Minuten abgelesen werden kann. Die Klappennonien N und N_1, von denen an jedem Lagerständer sich einer befindet, sind so eingerichtet, dass sie beim Ausheben und Umlegen der Achse sich automatisch vom Kreis abheben und wieder auflegen, so dass einer sonst häufig eintretenden Beschädigung der Nonienkanten vorgebeugt ist. Die vollkommen gleich starken Achsenzylinder h und h_1 sind aus hartem Stahl ausgeführt und haben einen Durchmesser von etwa 36 mm.

Die konische Objektivhälfte F des Fernrohrs wird auf der andern Seite des Achsenwürfels durch zwei Bleigewichte B balanzirt, welche an dem die Führung für die Schleifklemme des Mikrometerwerkes gebenden Sektor S festgeschraubt sind.

Das Ausheben und Umlegen der Fernrohrachse geschieht mittels eines bequemen Umlegemechanismus, welcher vollständig gefahrlos ohne jede Vorbereitung die Achse in einigen Sekunden umzulegen gestattet. Eine Brücke E mit zwei ausgeschweiften Trägern T und T_1 wird mittels eines Exzenters, das mit dem zum Anfassen dienenden Hebel H auf einer gemeinschaftlichen Welle sitzt, in zylindrischer Führung gehoben, wodurch die Träger T und T_1 die Achse unterfassen und aus den Lagern aufheben. Zwei zu beiden Seiten der Brücke befindliche Anschläge, welche wechselseitig zur Geltung kommen, gestatten eine Drehung der Brücke um 180°, so dass die Achsenzylinder wieder genau über den Lagern stehen, wenn die Umlegung ausgeführt ist. Der Hebel H lässt sich in seinen beiden horizontalen Lagen, welche der höchsten und tiefsten Stelle des Exzenters entsprechen, zwischen Anschlagstifte festlegen, so dass er nicht zurückschlagen kann; er endet zum bequemeren Anfassen in einem Ring. Die Aushebebrücke E trägt zugleich die Mikrometerschraube mit entgegenwirkender, zur Seite schlagbarer Feder für die Feineinstellung in der Zenithdistanz. Die Träger T und T_1 sind so eingerichtet, dass sie die mit Federdruck gegen die Achse wirkenden zwei Scheeren mit je zwei Friktionsrollen aufnehmen, welche einen Theil des Achsengewichtes tragen und der Durchbiegung entgegenwirken. Die Träger sind so geschweift, dass die auf dem Achsenzylinder

hängende Libelle L senkrecht unter der Achse C liegen kann. Die Libelle bleibt beim Umlegen des Fernrohrs in den Lagern hängen; das Glasrohr befindet sich in doppelter Metallfassung mit Glasverschluss. Das äussere Fassungsrohr ist mit Tuch bezogen, zum bequemen Anfassen beim Umhängen sind Holzgriffe vorhanden, geeignete Füsse gestatten die Libelle bei Seite zu stellen, der Werth eines Libellentheils beträgt ungefähr 1 Sekunde.

Das Horizontiren der Fernrohrachse erfolgt mittels der Schraube a_1. Die Korrektur des Azimuths erfolgt entweder auf einem besonderen Untersatz (Fig. 3 und 4), oder die drei Fussplatten des Instrumentes sind mit

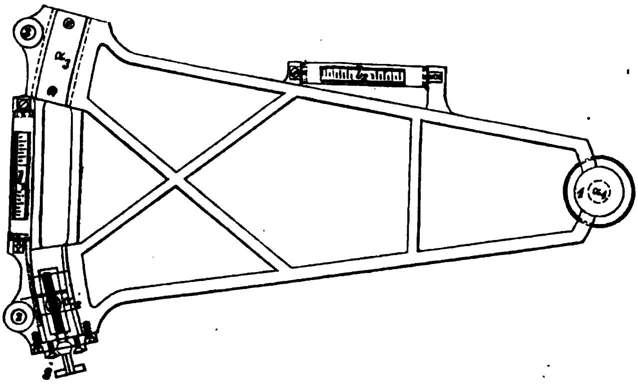


Fig. 4 (1/6 natürl. Gr.).

entsprechender Korrektionsvorrichtung versehen. In diesem letzteren Falle tritt die Schraube a_1 mit ihrer Spitze in ein kleines zentrisches Loch der betreffenden Fussplatte und giebt hierdurch das Zentrum der Drehung für die Bewegung im Azimuth. Der zweite unten abgerundete Fuss a_2 liegt dann auf einer Fussplatte auf, welche eine grössere horizontale ebene Fläche besitzt, die aus hartem Stahl gefertigt ist, so dass der Fuss darauf gleiten kann. Die dritte Fussplatte endlich hat eine in einer Kulisse durch Korrekturschrauben um etwa einen Grad verschiebbare, gehärtete Stahlplatte, welche ihrer Breite nach eine konische, nach der Stellschraube a_1 gerichtete Rinne trägt, in der die dritte Fussspitze a_3 des Instrumentes steht. Es ist klar, dass durch Verschiebung dieser Stahlplatte auf seiner festliegenden Unterlage mittels der gegen einander wirkenden Korrekturschrauben das Instrument allmählich sein Azimuth ändern wird, ohne dass irgend ein Theil Zwang erleidet.

Den besonders für das Durchgangsinstrument auf Veranlassung von Prof. Albrecht vom Königl. geodätischen Institut konstruirten Untersatz zeigt Fig. 3 in Ansicht und Fig. 4 im Grundriss. Er besteht aus einem gleichschenkligen, dreiseitigen Gusseisenrahmen, der durch Rippen gehörig

versteift ist und drei spitze, mit den Füssen des Instrumentes möglichst korrespondirende Fusspunkte besitzt. Bei α_1 befindet sich ein Punkt, bei α_2 ein Schlitz, bei α_3 eine ebene Fläche. Der harte Stahlschlitten mit dem Schlitze α_2 ist mittels der Schraube s, genau parallel zur Stahlfläche α_3, im Azimuth um nahezu 6 Grad verschiebbar. Die Verschiebung kann an einer Theilung abgelesen werden. Nach beendigter Korrektur kann der Schlitten, auf welchem der Schlitz α_2 befindlich ist, festgeklemmt werden. Nach den beiden Libellen l_1 und l_2 wird der Untersatz horizontirt, wozu die drei Schrauben 1, 2, 3 dienen. Ab und zu werden diese beiden Libellen dergestalt zu berichtigen sein, dass sie einspielen, wenn die Ebene α_3 horizontal ist. Es geschieht dies mit Hülfe einer auf die Ebene α_3 aufzusetzenden kleinen Libelle. Der Vortheil dieser Einrichtung besteht hauptsächlich darin, dass Azimuthänderungen von $\pm$ 3 Grad leicht und ohne Neigungsänderungen bewirkt werden können. Diese Einrichtung erweist sich daher besonders vortheilhaft bei ersten Aufstellungen auf Stationen und ferner bei Anwendung der Doellen'schen Methode, nämlich bei Beobachtungen, welche nicht im Ortsmeridian, sondern im Vertikalkreise des jedesmaligen Polarsternortes ausgeführt werden.

B. Astronomische Universalinstrumente.

Diese Instrumentengattung, von welcher Bamberg zwei Typenexemplare, eines mit Kreisen von 27 cm (10 Zoll), ein anderes mit Kreisen von 13,5 cm (5 Zoll) ausstellte, dient zu astronomischen Pol-, Höhen-, Zeit- und Azimuthbestimmungen zum Zweck der geodätischen, geographischen und unter Umständen auch der magnetischen Untersuchungen und Orientirungen.

In Folge der bedeutenden Verbesserungen, welche man in Bezug auf den Bau und die Leistung dieser Instrumente, besonders der kleinsten (5 zölligen) Gattung, in den letzten Jahrzehnten unter Anderen dem verstorbenen Martins zu verdanken hat, ist die Anwendung derselben eine immer bequemere und verbreitetere geworden. Die kleinste Gattung eignet sich auch ganz besonders für geographische Ortsbestimmungen auf anderen als Seereisen. Voraussichtlich wird sogar eine vollständige nautische Ausrüstung künftig solcher Instrumente nicht entbehren, welche es erlauben, bei allen solchen Aufenthalten am Lande, die nicht anderweitige gute Zeitbestimmungen und dergl. darbieten, sehr sichere und dabei sehr wenig Mühe kostende astronomische Bestimmungen an Sonne und Sternen zu machen und damit unter Umständen auch den Zustand der auf der See allein zu benutzenden Reflexionsinstrumente zu kontroliren.

Die von Bamberg ausgestellten Instrumente zeigen wieder merkliche Fortschritte. Unter Anderm hat Bamberg sein Augenmerk auf eine womöglich noch solidere Lagerung der zur Ablesung des Höhenkreises

dienenden Mikroskope und der mit ihnen fest zu verbindenden Wasserwage gerichtet. Das Rahmenstück, welches diese wichtigen Theile trägt, ist gegen Kippungen, Schlotterungen und dergl., welche demselben durch die Beweglichkeit der Horizontalachse, auf die es aufgesteckt ist, bereitet werden könnten, in noch höherem Grade als bisher gesichert, so dass nunmehr, wenn man diese ganze Anordnung der betreffenden Mikroskope, die sonst gewisse erhebliche Vorzüge hat, nicht aufgeben will, das Beste nahezu erreicht sein dürfte.

Die Untersuchung der bezüglichen Leistungen des kleineren der beiden Bamberg'schen Instrumente auf der hiesigen Sternwarte hat in der That, was die Beständigkeit des Abstandes der beiden Mikroskope, sowohl von der Kreisebene als im Kreisbogen gemessen, und was die Wiederkehr einer und derselben für Bewegungen der Wasserwage korrigirten Ablesung nach zahlreichen schnellen aber andauernden Drehungen der Horizontalachse betrifft, Ergebnisse von einer überraschenden Güte geliefert, nach welcher bei geeigneten Objekten der wahrscheinliche Fehler einer einzelnen Höhenbestimmung mit dem 5zölligen Instrument auf 1 Bogensekunde herabgebracht werden kann.

Es hat sich bei dieser Untersuchung nur gezeigt, dass man gut thut, jedesmal dem Gebrauche des Instrumentes einige volle Umdrehungen der Horizontalachse vorangehen zu lassen, indem ohne eine derartige Vorsicht manchmal gröbere Veränderungen der Ablesungen vorkommen, welche noch nicht völlig aufgeklärt sind und weitere Verbesserungen wünschenswerth machen.

Das ausgestellte Universalinstrument mit 10zölligen Kreisen ist in Fig. 5 theils in Ansicht, theils im Durchschnitt dargestellt unter Weglassung der Ablesungsmikroskope; Fig. 6 giebt das Horizontalachssystem im Grundriss.

Auf dem mit Stellschrauben versehenen Dreifuss *A* (Fig. 5), dessen Füsse durch einen Ring verbunden sind, der sowohl zum Anfassen des schweren Instrumentes als auch zum Schutze des Horizontalkreises *K* dient, ist die Vertikalachse *C* festgeschraubt; diese trägt am unteren Theile verschiedene zentrische Ansätze, auf deren erstem das Klemmstück M_1 des Klemm- und Mikrometerwerkes *M* sich dreht. Auf den zweiten Ansatz passt der horizontale Kreis *K*, welcher sich drehen und mittels einer gegen eine Unterlagplatte drückenden Flügelmutter *k* feststellen lässt. Die Führungsflächen der Achse liegen in einem gleichmässig verlaufenden abgestumpften Konus und sind aus glashartem Stahl hergestellt, ebenso die Führung der Buchse *B*, mit welcher der Oberbau verbunden ist. Da bei dem bedeutenden Gewicht des drehbaren Obertheils die Buchse sich leicht festsetzen würde, so ist eine Vorrichtung nothwendig, welche den grössten Theil des Gewichts balanzirt und gestattet den Achsgang der Dicke der Oelschicht und der Temperatur entsprechend

2*

zu reguliren. Die obere Endfläche der Achse *C*, welche letztere zur Aufnahme des Zylinders für die Umlegevorrichtung zentrisch durchbohrt ist,

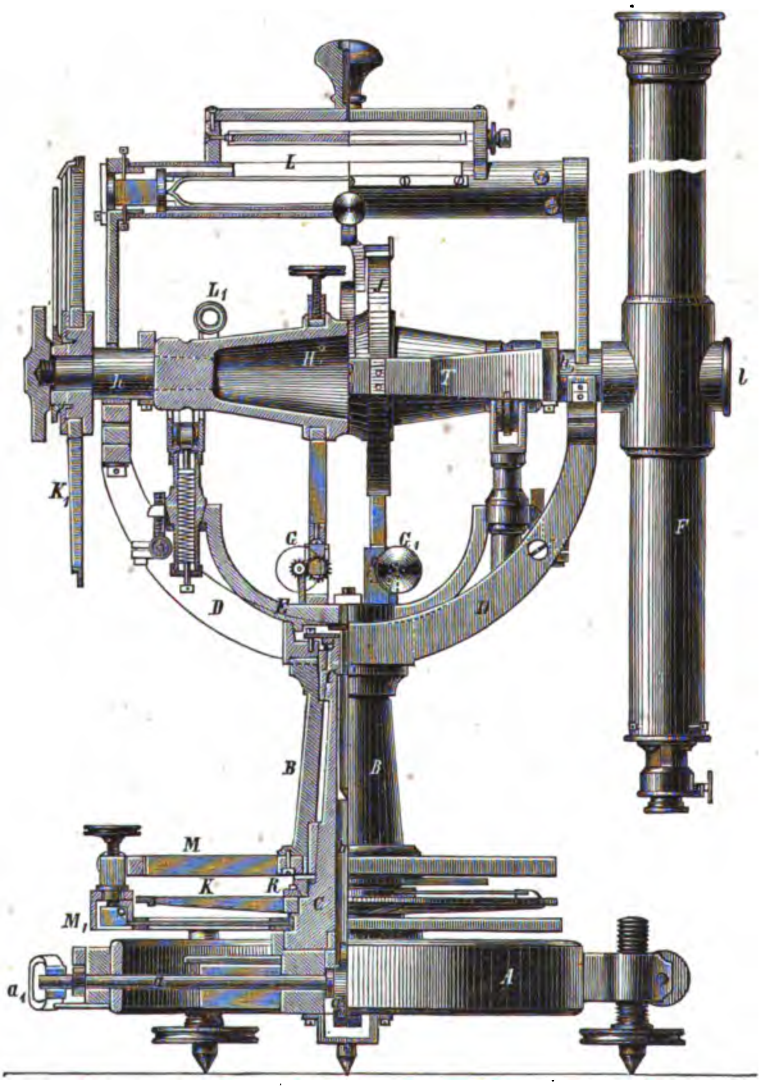


Fig. 5 (1/5 natürl. Gr.).

ist eben abgearbeitet und auf dieser ebenen Fläche liegt eine ebenfalls zentrisch durchbohrte ebene Stahlscheibe, welche durch 3 sie durchdringende Schrauben mit der Buchse in Verbindung steht, so dass diese mehr

oder weniger von der Achse C abgehoben werden kann. Ein kleines Loch dient zur Speisung mit Oel, welches sich in einer ringförmigen Rinne der ebenen Achsfläche ansammelt.

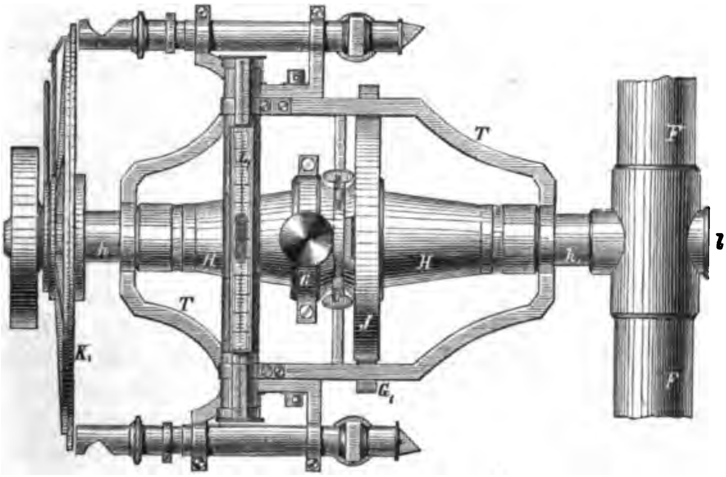


Fig. 6 (1/5 natürl. Gr.).

Mit der Buchse verbunden ist der bogenförmige Lagerträger D, auf welchen die winkelförmigen, querüber etwas gewölbten Lager für die Horizontalachse aufgeschraubt sind.

An das Bogenstück D rechtwinklig zur Horizontalachse sind ferner die beiden in der Zeichnung nicht sichtbaren, gegen die Vertikale geneigt stehenden Mikrometermikroskope für den Horizontalkreis mit ihren Trägern angeschraubt. Es ist Sorge getragen, dass sich sowohl das ganze Mikroskop gegen die Theilfläche des Kreises, als auch das achromatische Objektiv, welches in ein besonderes Rohr gefasst ist, gegen die Bildebene verändern und wieder fixiren lässt, so dass man leicht zu jeder Zeit die Vergrösse-

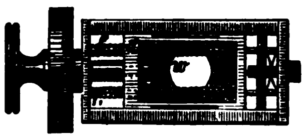


Fig. 7 (1/2 natürl. Gr.).

rung und den grössten Deutlichkeitseffekt abzustimmen vermag. Das Mikrometer (Fig. 7) bildet einen vollständig verschlossenen, rechteckigen Kasten, aus welchem nur der Kopf und die Trommel der Mikrometer-

schraube hervorsehen. Die Mikrometerschraube hat sowohl in der Wand des Kastens als auch mit ihrem gehärteten, vorn rundlichem Ende in einem gleichfalls harten Stahlstück *w* Führung und findet zugleich in letzterem ihren Widerhalt. Der Rahmen *d*, welcher sich mit genügendem Spielraum der Länge nach verschieben lässt, in den anderen Richtungen aber vollständig sicher geführt wird, trägt das Muttergewinde der Mikrometerschraube und die beiden parallelen Spinnfäden. Die zu beiden Seiten der Mikrometerschraube gelagerten Federn *f* und f_1, welche gegen die rechte Innenfläche des Rahmens *d* drücken, pressen zugleich die Mikrometerschraube gegen ihre Anlage *w*, so dass der Rahmen *d* und mit ihm die Spinnfäden sowohl den Rechts-, als den Linksdrehungen der Schraube folgen. Der Rahmen ist überdeckt von einem in der Zeichnung weggelassenen Schiebeblech mit länglich rechteckigem Diaphragma, an dessen einer Längsseite ein Rechen angebracht ist, dessen Zähne der Ganghöhe der Mikrometerschraube entsprechen, so dass sie zur Zählung der ganzen Umdrehungen der Mikrometerschraube dienen. Die Theilung des Kreises schreitet nämlich direkt von 5 zu 5 Minuten fort, die Vergrösserung ist aber so eingerichtet, dass eine Umdrehung der Schraube 2 Minuten entspricht, so dass 2½ Schraubenrotationen dazu gehören, um die Fäden von dem Bilde eines Theilstriches zum anderen zu bewegen. Die Trommel ist in 60 Theile getheilt und zweimal von 0 bis 30 beziffert, so dass man durch Addition der Trommelablesungen an den gegenüberliegenden Mikroskopen das Mittel in einzelnen Sekunden erhält. Das untere Ende des Mikroskoprohres trägt, wie üblich, ein drehbares Beleuchtungsrohr und im Innern desselben eine unter 45° geneigte, weisslackirte und durchbrochene Platte. Das Rohr ist unten mit weissem Pelz besetzt, welcher bis auf die Theilung niederragt und gegen Seitenreflexe schützt.

Der Horizontalkreis *K* und der Vertikalkreis K_1 (Fig. 5) tragen noch eine grobe Theilung in ⅓ Grad, für welche ein Index an einem Fortsatz der Unterlagplatte (für *K* rechts sichtbar) angebracht ist. Die Theilung hat den Zweck, die Kreise rasch um beliebige Winkel auf ihren Zentren zu verdrehen, um an verschiedenen Stellen die Haupttheilung abzulesen. Die Klemmung und Feinbewegung des Vertikalachssystems findet ganz unabhängig vom Kreise statt. Der eine Klemmtheil *M*, welcher die Mikrometerschraube und die gegenwirkende, in ein Gehäuse eingeschlossene Spiralfeder trägt, ist am unteren Ende der Buchse *B* angeschraubt; der andere Klemmtheil M_1 dreht sich, wie schon erwähnt, auf einem passenden Ansatz der Achse *C* und lässt sich an jeder Stelle mittels einer Klemmschraube, welche durch Winkelhebel und Schubstangenübertragung in der aus der Figur ersichtlichen Weise auf einen Druckbacken wirkt, festklemmen.

Die Horizontalachse *H* besteht aus einem symmetrischen, nach beiden Enden verjüngt zulaufenden Rothgusskörper, welche in den beiden glas-

harten gleich starken Stahlzylindern h und h_1 (Fig. 5 u. 6) endet. Bei h_1 ist das Fernrohr F, bei h der Vertikalkreis K_1 aufgesetzt. Das Fernrohr F hat 47 mm (21″) Oeffnung, 54 cm (20″) Brennweite und ist mit zwei Ramsden'schen Okularen von 45 und 62 facher Vergrösserung, mit Okularprisma und Sonnengläsern versehen. Ein Schieber mit rascher Schraubenbewegung gestattet eine Verschiebung des Okulars über das Gesichtsfeld, in welchem 5 Vertikal- (der mittlere doppelt) und ein doppelter Horizontalfaden ausgespannt sind. Die Beleuchtung des Gesichtsfeldes geschieht durch eine Oeffnung bei l, welche gewöhnlich durch einen Deckel verschlossen ist, und in welche eine gefasste, matte Glasplatte eingeschraubt werden kann. Das Licht fällt durch dieses Glas auf eine unter 45° geneigte, für den Strahlengang durchbrochene, weisse Blende und beleuchtet das Gesichtsfeld mit zerstreutem Lichte.

Auf der andern Seite der Achse sitzt der Höhenkreis K_1, von denselben Dimensionen und gleichem Theilwerth wie der Horizontalkreis K, auf einem besonderen Rothgusszentrum, auf welchem er sich genau so drehen und festklemmen lässt, wie K; durch ein rundes Gegengewicht ist die Kreishälfte gleich schwer mit der Fernrohrhälfte gemacht. Die Anordnung der Mikroskope für den Höhenkreis ist aus Fig. 6 zu ersehen. Ein Rahmen T reitet mittels passend zylindrisch ausgeschliffener, zum Theil unterbrochener Lager auf den stählernen Achszylindern h und h_1, so dass er keine Verschiebung in der Längsrichtung gestattet; gegen Abheben von dem Zylinder ist der Rahmen geschützt durch Querverbindungen auf der unteren Seite der Lager, welche so abgestimmt sind, dass der Rahmen sich möglichst leicht dreht, ohne Spielraum zu gestatten. An den Rahmen T sind die Mikroskope für den Höhenkreis mit ihren Trägern angeschraubt. Sie unterscheiden sich von den Mikroskopen des Horizontalkreises nur dadurch, dass die Okulare mit Prismen versehen sind, um bequem ablesen zu können, ohne mit dem Fernrohr in Berührung zu kommen. Die Dimensionen des Instrumentes gestatten sehr gut eine solche Anordnung, welche bei kleineren Instrumenten nicht möglich sein würde. Das Horizontiren der Mikroskopträger geschieht nach der festen Libelle L_1. Ein bogenförmiger Ansatz G_1, welcher den auf der Achse H befindlichen Aufsuchekreis J nach unten umschliesst und in einen Stahlschwanz endet, tritt zwischen Schraube und Feder mit entsprechendem, auf der Aushebungsbrücke befestigtem Mikrometerwerk auf. Ein genau eben solches Mikrometerwerk in gleichem Abstand von der Mitte auf der andern Hälfte der Brücke nimmt die Klemme G für Klemmung und Feinstellung der Fernrohrachse H auf. Der Grund für die Anordnung der Mikroskopträger in dieser wohl neuen Weise liegt in dem Bestreben, eine möglichst symmetrische Form und Belastung der Horizontalachse herbeizuführen, dann aber auch eine möglichst sichere Lagerung der Mikroskopträger auf der Horizontalachse zu geben. Es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Konstruktionspunkte

volle Beachtung verdienen, da man selten Universalinstrumente finden wird, welche bezüglich der Sicherheit der Mikroskopablesungen am Höhenkreise nichts zu wünschen übrig lassen, wenn die Mikroskope nicht fest am Lagerträger angebracht sind, in welchem Falle sie nur Ablesungen in einer Achsenlage gestatten.

Auf dem Achszylinder *H* reitet endlich noch die Aufsatzlibelle *L*, deren innere Einrichtung mit der auf S. 69 zu beschreibenden und in Fig. 27 darzustellenden Libelle übereinstimmt. Sie ist gegen Herabfallen von der Achse, namentlich beim Umlegen, durch eine Gabel mit zwei Stahlschrauben gesichert, welche auf der Mitte der Mikroskopträger *T* befestigt ist und zugleich den Nonius des Aufsuchekreises *I* trägt. Die Libelle *L*, ebenso wie Libelle L_1, geben etwa eine Sekunde an.

Das Umlegen der Horizontalachse *H* geschieht mittels des folgenden Mechanismus. Ein an der Welle *a* (Fig. 5) befestigtes Exzenter a_{11} kann durch den Hebel a_1 um 180° gedreht und in seine höchste und tiefste Stellung gebracht werden; der Hebel findet in beiden Lagen Anschläge. In der zentrischen Durchbohrung der Vertikalachse *C* befindet sich ein verschiebbarer, gegen Drehung gesicherter Cylinder *b*, der am unteren Ende mit einer Friktionsrolle auf dem Exzenter aufliegt, oben aber eine zentrische konische Vertiefung trägt. Ein mit der Brücke *E* verbundener Stahlzylinder hat in der Achse *C* sorgfältige Führung und tritt mit seiner nach unten endenden Spitze in die konische Höhlung des Zylinders *b*, sobald das Exzenter anhebt. Die Brücke *E* passt mit einem kurzen konischen Ansatz in eine entsprechende konische Vertiefung des Bogenstückes *D*, und trägt ferner zwei hohle Säulen mit Aushebewiegen, welche unter die Achse *H* fassen. Zwischen den Wiegen sind Scheeren mit Friktionsrollen, welche mit korrigirbaren, in den Säulen befindlichen Federn gegen die Achse gedrückt werden und einen Theil des Gewichtes des Horizontalachssystems aufnehmen und der Durchbiegung desselben entgegenwirken.

Auf der Aushebebrücke *E* befinden sich noch die schon besprochenen Mikrometerwerke *G* und G_1 für die Achsenklemme und die Mikroskopträger. Die Mitnehmerstücke bleiben also während des Umlegens zwischen den entsprechenden Mikrometerwerken; das Umlegen kann deshalb vollständig gefahrlos, ohne jede Vorbereitung, innerhalb weniger Sekunden ausgeführt werden. Entsprechende Anschläge sorgen dafür, dass sich der Umlegebock nur um 180° drehen kann, die Achszylinder also immer wieder über die Achslager kommen. Die Mikrometerschrauben der auf der Brücke *E* befindlichen Mikrometerwerke werden nicht direkt angefasst, sie tragen vielmehr Zahnräder, in welche entsprechende Triebe eingreifen, deren Enden nach beiden Seiten des Bogenstückes hervorragen und geränderte Köpfe zum Anfassen haben, so dass man bei jeder Lage des Fernrohrs einen Triebkopf finden wird, welcher für die Einstellung bequem ist.

Das zweite von Bamberg ausgestellte astronomische Universalinstrument mit 5zölligen Kreisen ist im Wesentlichen nach denselben Prinzipien ausgeführt wie das eben beschriebene, es zeigt blos geringe Abweichungen, welche durch die kleineren Dimensionen geboten sind (vergl. auch das von Bamberg ausgestellte Universalinstrument für geodätischen Gebrauch S. 55 und Fig. 22). Das Instrument hat keinen Umlegemechanismus, doch kann die Horizontalachse aus freier Hand in den Lagern umgelegt werden. Dem Dreifuss fehlt der konzentrische Ring, die Kreise sind scheibenförmig, also Vollkreise, während die des grösseren Instrumentes Speichenkreise sind. Die Theilung ist von 10 zu 10 Minuten ausgeführt und geben die Mikroskope direkt 10 Sekunden, durch Schätzung noch sehr sicher die Sekunde. Die Kreise sind gleichfalls auf ihrem Zapfen drehbar, doch können sie nicht festgestellt werden, sondern sind durch eine mittels Druckschrauben regulirbare Platte so gestellt, dass sie sich leicht drehen lassen. Die Aufsuchetheilung geht hier von Grad zu Grad. Das Mikrometerwerk des Horizontalkreises ist etwas vereinfacht, indem die Klemmschraube ohne weitere Uebertragung direkt auf die Druckbalken der Klemme wirkt, weil durch die geschweiften Füsse des Dreifusses so viel Raum gewonnen wird, dass die horizontale Klemmschraube nicht mit den Stellschrauben des Dreifusses kollidiren kann. Die Regulirungsvorrichtung für die Stellung des Achsenganges fehlt hier, da es bei leichten Instrumenten ziemlich schwierig ist, eine solche Vorrichtung gut zu bedienen; geschieht dies aber nicht, so wird in der Regel allen möglichen Fehlerquellen Thür und Thor geöffnet. Die Buchse (aus Rothguss) ist hier soweit auf die konische Stahlachse geschliffen, dass der untere Rand auf einem ebenen etwa 3 mm breiten Ansatz aufliegt. Der Zapfen ist geölt und dadurch das Festsetzen der Buchse auf der Achse vermieden. Ein schwerer Achsgang wird sich erst nach jahrelangem Gebrauch einstellen, indem sich allmählich die Ansatzfläche etwas abnutzt. Die Horizontalachse ist ganz aus Stahl gefertigt und trägt glasharte, gleich starke Achszylinder. An dem Verbindungsstück des Fernrohrs mit der Achse ist zugleich der Vertikalkreis angebracht, welcher etwas kleiner als der Horizontalkreis ist, aber dieselbe Eintheillung hat. Auf der anderen Seite befindet sich ein scheibenförmiges Gegengewicht, das zugleich die Aufsuchetheilung trägt. Das Fernrohr hat 27 mm (12‴) Oeffnung, 24,5 cm (9″) Brennweite, eine 20- und eine 30fache Vergrösserung, Okularprisma und Farbengläser; Okularschlitten fehlt. Die Beleuchtung des Gesichtsfeldes ist wie bei dem vorigen Instrument eingerichtet. Das Okularrohr ist hier durch Trieb beweglich; ausserdem sind am Fernrohr zwei Aufsuchediopter angebracht. Die Anlage der Mikroskopträger für den Höhenkreis ist wie bei dem vorhergehenden Instrumente. Da die Mikroskope hier verhältnissmässig lang sind und über das Gegengewicht des Fernrohrs hinausragen, so kann man bequem in gerader Richtung durch das Mikroskop sehen, braucht also kein Okularprisma.

C. Astronomisch-nautische Instrumente.

Astronomische Instrumente für nautischen Gebrauch werden später ausführlicher besprochen, es möge hier nur der Prismenkreise gedacht werden. Solche Instrumente wurden von Haecke, Meissner und Wanschaff ausgestellt; ihre Konstructionen stimmen sämmtlich im Wesentlichen mit der Martins'schen überein. A. Meissner hat indessen bei zwei von ihm ausgestellten Kreisen von 10 und 6″ Durchmesser (Fig. 8), wie sie für die deutsche Marine von ihm geliefert werden, in Bezug auf die Prismenfassung eine Aenderung angebracht, welche den vom Staatsrath Döllen in Pulkowa gemachten Erfahrungen entspricht. Sie besteht darin, dass die

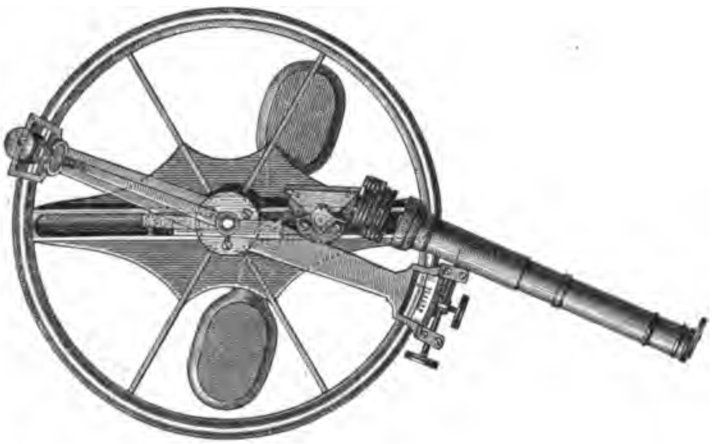


Fig. 8 (1/5 natürl. Gr.).

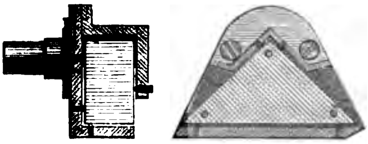


Fig. 9 (1/2 natürl. Gr.).

Korrigirschrauben vermieden sind, indem die seitlichen Anlagepunkte und ebenso die diesen Punkten gegenüber liegende Druckspitze der Befestigungklammer nach unten, möglichst nahe zur Basis gelegt sind, wie aus Fig. 9 zu erkennen ist, welche die Prismenfassung in etwa 1/2 natürlicher Grösse darstellt.

Die Vortheile dieser Abänderung sind kaum zu verkennen. Es mag wohl für den Mechaniker eine schwierige Aufgabe sein und eine besondere Sorgfalt erfordern, die Auf- und Anlagepunkte der Prismen genau zu justiren, jedoch wird, wenn einmal die Justirung ausgeführt ist, unzweifelhaft der Indexfehler viel weniger Veränderungen ausgesetzt sein, als dies bei den korrigirbaren Prismenfassungen der Fall ist.

Hier ist auch das gleichfalls von Meissner ausgestellte Sextantenstativ zu erwähnen.

Als Grundlage für die bessere Herstellung der Reflexionsinstrumente wurde von Prof. Neumayer auch die genauere Prüfung dieser Instrumente auf ihre Fehler ins Auge gefasst. Die bis dahin üblichen Stative für Sextanten und Oktanten entsprachen den zu stellenden Anforderungen nicht. Prof. Neumayer gab deshalb ein neues für den erwähnten Zweck geeignetes Stativ an und beauftragte die Firma Meissner mit der Ausführung desselben.

Das erste Exemplar dieses Stativs diente zur Ausrüstung des hiesigen hydrographischen Amtes, wo es auf einem eigens dafür hergerichteten Steinpfeiler des Beobachtungsthurmes aufgestellt ist und zur Prüfung der Reflexionsinstrumente der Kaiserlichen Marine Verwendung findet. Später wurden auch sämmtliche Kaiserliche Werften, Marineschulen und endlich einige ausländische Institute mit derartigen Stativen ausgerüstet.

Die Bestimmung des Instrumentes ist, die Fehler der Eintheilungen und der reflektirenden Theile an Reflexionsinstrumenten, namentlich auch die stets vorkommenden Exzentrizitätsfehler der Eintheilung an Sextanten und Oktanten durch Vergleiche mit bekannten richtig gemessenen Winkeln festzustellen. — Die für diesen Zweck gebotenen Haupteigenschaften des Stativs bestehen in Folgendem:

Das Instrument ist derartig eingerichtet, dass jedes beliebige Reflexionsinstrument, jeder Sextant, Oktant und Prismenkreis bequem darauf befestigt und zugleich in jeder Lage genau balanzirt werden kann; ausserdem ist besonders darauf Bedacht genommen, dass bei der Befestigung der Hauptspiegel des Instrumentes in den Mittelpunkt des Stativs zu legen ist. Jeder beliebige Winkel, horizontal, vertikal und schiefliegend, ist vermittels Mikrometerklemme fein einstellbar und ist man daher in der Lage, genaue Vergleiche mit bekannten, richtig gemessenen Winkeln anzustellen. Der Bau des Stativs ist ein besonders stabiler und es ist jeder Vibration in demselben vorgebeugt.

Gewöhnlich wird das Stativ (Fig. 10) auf einem Steinpfeiler benutzt, indem man dasselbe auf den starken in den Steinpfeiler eingegipsten Gewindepfeiler *a* aufschraubt. Es kann jedoch auch auf einem transportablen Stativ, also auf einem Dreifuss mit Stellschrauben benutzt werden.

Das Instrument bewegt sich unten um die senkrecht stehende Achse *a*, (durch die Mikrometerklemme *a'* fest und fein einstellbar) oben in den

Achsenlagern des Trägers *A* bewegt sich die horizontale Achse *b*, welche zugleich die Buchse für die Achse *c* bildet; die Mikrometerklemme *b'* dient zum Einstellen der Horizontalachse *b*, die Mikrometerklemme *b''*, welche

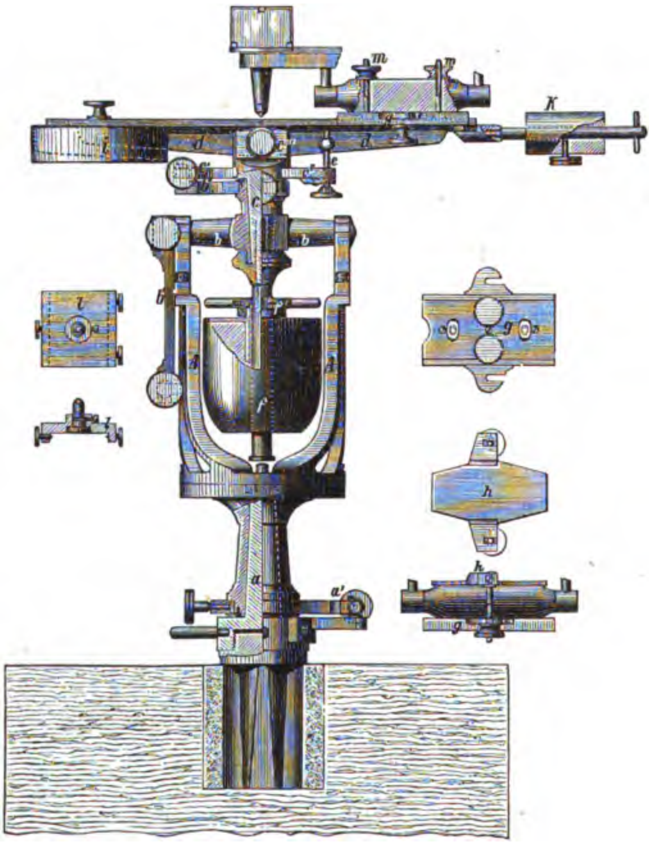


Fig. 10 (1/5 natürl. Gr.).

sich um die Buchse bewegt, zum Einstellen der Achse *c* mit den mit derselben oberhalb verbundenen Theilen und dem darauf befestigten Sextanten.

Der obere Theil der Achse besteht aus den zwei Armen *c'*, *c''* und dem Kopf *c'''*; letzterer hat einen Einschnitt, in welchem die senkrechte Rippe des Balkens *d* Platz findet. Das Ende des Armes *c'* liegt zwischen der Mikrometerklemme *b''*; das Ende des Armes *c''* dient als Halter der Korrigirschraube *e*.

Der Balken *d* ist mit dem Kopf der Achse *c* durch einen Bolzen ver-

bunden und um denselben drehbar, wodurch es möglich wird, die obere Fläche des auf dem Balken sitzenden Instrumentes (Sextant oder dergl.) mittels der Korrigirschraube *e* parallel zur Horizontalachse *b* zu stellen, wenn, wie dies häufig vorkommt, die untere Fläche des Holzgriffes nicht parallel zur oberen Fläche des Instrumentes ist.

Die Achse *c* hat nach unten eine zylindrische Verlängerung, auf welcher das verschiebbare Gegengewicht *f* sitzt und welches durch die Knebelmutter *f'* in beliebigen Stellen festgeklemmt werden kann. Dies Gewicht *f* wirkt dem Gewicht der oberen Theile mit dem darauf befestigten Instrument entgegen.

Auf dem Balken *d* sitzt der Schieber *g*, welcher je nach den Radien der Sextanten verschiebbar eingerichtet ist und vermittels zweier Klemmschrauben, die sich in Schlitzen bewegen, festgeklemmt werden kann, so dass die Achse des Instrumentes mit dem darüber liegenden Hauptspiegel sich im Zentrum des Stativs befindet.

Die Holzgriffe der Sextanten und Oktanten der Kaiserlichen Marine werden sämmtlich in genau eingehaltener Entfernung durchbohrt, um eine bequeme Befestigung der Instrumente auf dem Stativ zu ermöglichen. An dem Schieber sind dann zwei stählerne Bolzen, in gleicher Entfernung wie die Grifflöcher, senkrecht stehend angebracht und das Instrument wird vermittels zweier Muttern befestigt.

Für Instrumente der Handelsmarine, überhaupt für solche, die keine Grifflöcher haben, wird durch eine beigegebene Ueberlage *h* (besonders gezeichnet) mit seitlich drehbaren Bolzen, welche *h* und *g* verbinden, eine ebenso bequeme und sichere Befestigung der Instrumente ermöglicht; für diesen Fall befinden sich auf der Oberfläche des Schiebers *g* drei feine Stahlspitzen, welche sich in den Holzgriff eindrücken und daher eine seitliche Verschiebung verhindern (die senkrechtstehenden Bolzen lassen sich zu diesem Zweck leicht entfernen).

Für besonders abweichende Formen der Griffe von Reflexionsinstrumenten sind ausserdem zwei Metallschraubzwingen beigegeben, welche es gestatten den Griff direkt auf den Balken *d* festzuspannen.

Für die Befestigung von Prismenkreisen im Zentrum des Stativs dient ein Halter *l* mit drehbarem Gewindezapfen, auf welchen die Kreise sich aufschrauben lassen; dieser Halter ist durch seitlich wirkende Klemmschrauben in der Mitte des Balkens leicht zu befestigen und ebenso wieder abzunehmen.

Das Gegengewicht *i* ist verschiebbar unterhalb des Balkens *d* und feststellbar durch zwei in Schlitzen sich bewegende Klemmschrauben; das exzentrisch wirkende Gewicht der befestigten Instrumente wird mit diesem Gewicht balanzirt. Das Gewicht *k* wird bei Sextanten von kleinen Radien hinzugefügt, bleibt dagegen bei solchen von grösseren Radien oder bei Oktanten weg.

D. Astronomische Hülfsapparate.

Wir erwähnen zuerst eine von Bamberg ausgestellte doppelt brechende Quarzplatte mit Universalfassung zum Aufsetzen auf Mikrometerokulare. Bei der Untersuchung der periodischen Ungleichheiten von Mikrometerschrauben ist es nämlich wünschenswerth, innerhalb des Fadennetzes beliebige Intervalle von Fäden herzustellen. Dies leistet höchst elegant und bequem eine von Prof. Winnecke in Strassburg angegebene Einrichtung, mit welcher man durch Drehung einer Quarzplatte beliebige Intervalle zwischen den doppelten Bildern eines und desselben Fadens hervorbringen kann.

Bamberg hat dieser Einrichtung grösstmögliche Bequemlichkeit und Anwendbarkeit auf beliebige Mikrometerokulare durch zweckmässige Art der Fassung gegeben. Eine planparallele Platte von ungefähr 7 mm Durchmesser und 3 mm Dicke ist zusammengekittet aus 2 Quarzkeilen, von denen der eine parallel, der andere rechtwinklig zur Hauptachse geschliffen ist, so dass die Platte doppeltbrechend wirkt. Dieselbe ist in eine Glasplatte gefasst und kann mittels dreier Stellschrauben, welche auf 3 Federn wirken, auf dem Okular eines Schraubenmikrometers befestigt werden. Durch Drehen des Okulars oder der Prismenfassung wird man doppelte Bilder der Fäden erhalten, deren Abstände durch Drehen so regulirt werden können, dass sie für die Bestimmung der periodischen Fehler der Mikrometerschrauben günstig sind.

Ein Registrirmikrometer (Deklinometer) hatte R. Fuess ausgestellt. Dieses auf Grund einer Idee des Prof. Tietjen und eines Entwurfes des Dr. V. Knorre von Fuess konstruirte Mikrometer wurde zunächst zum Registriren von Deklinationsdifferenzen für das Aequatorial der Berliner Sternwarte angefertigt. Es lag die Idee zu Grunde, einen Apparat zu konstruiren, mit welchem unter gleichzeitiger Anwendung eines Chronographen, nach beiden Koordinaten (Rektascension und Deklination), die Oerter zahlreicher Sterne gewisser Himmelsflächen, in welchen z. B. ein Planet aufgesucht werden sollte, wenn auch nicht mit äusserster Schärfe, so doch mit einer für viele Zwecke ausreichenden Genauigkeit und jedenfalls mit weniger Aufwand an Mühe und Zeit, als nach bisherigen Methoden, verzeichnet werden könnten.

Dass durch das obige Mikrometer dieser Anforderung im hohen Grade Genüge geschieht, hat der 1½ jährige Gebrauch desselben erwiesen. Es hat sich sogar gezeigt, dass die Genauigkeit der Deklinationsmessungen, welche der Apparat ermöglicht, grösser ist, als erwartet werden konnte, wenngleich dieselbe selbstverständlich den Leistungen eines gewöhnlichen Fadenmikrometers merklich nachsteht. Jedenfalls ist es erreicht, dass eine einzelne Deklinationsmessung mit dem Registrirmikrometer einer einzelnen

mit dem Chronographen ausgeführten Messung der anderen Koordinate (der Rektascension) an Genauigkeit sehr nahe gleich kommt.

Das Mikrometer ist ein Fadenmikrometer, mit dessen beweglichem Faden die Deklinationen, und mit dessen festem, zu ersterem rechtwinkligem Faden die Durchgangszeiten der Sterne beobachtet werden. Ein zweiter fester Faden, welcher zu dem beweglichen parallel aufgespannt ist, hat nur den Zweck, die Grenzen, innerhalb welcher man die Deklinationsmessungen ausführen will, bequemer ersichtlich zu machen.

Die jedesmalige Lage des zur Deklinationseinstellung dienenden beweglichen Fadens gegen die optische Achse des Fernrohrs wird nicht mit

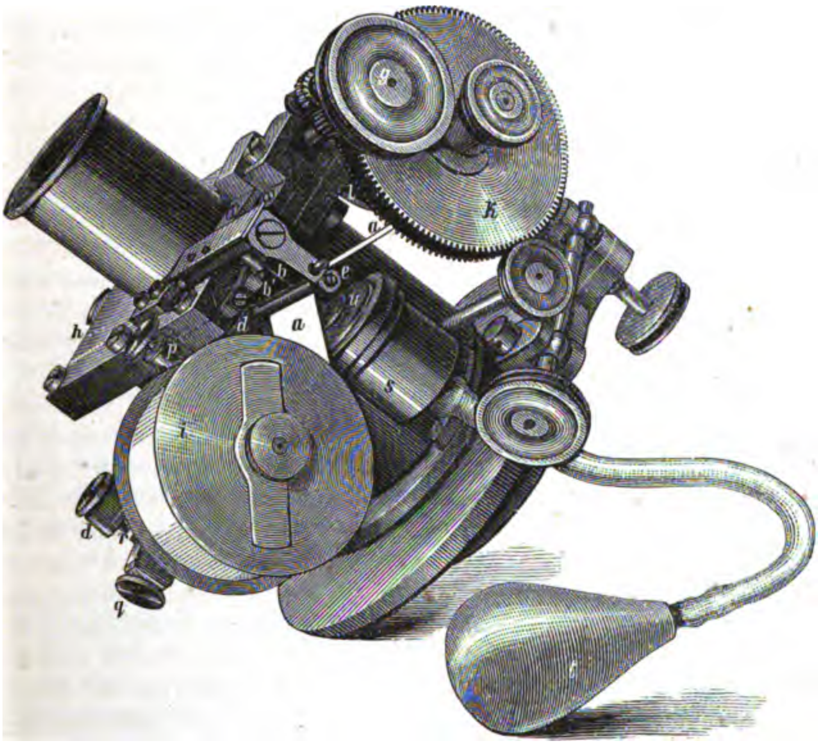


Fig. 11 (1/2 natürl. Gr.).

einer Mikrometerschraube bestimmt, sondern dadurch messbar gemacht, dass man im Augenblicke der Einstellung der Deklination eines Sternes einen Papierstreifen *a* (Fig. 11), dessen Längen- und Fortbewegungsrichtung rechtwinklig zu der Richtung der Deklinationseinstellungen ist, gegen die Stahlspitze *b*, welche, wie das Okular, auf dem Schlitten des beweglichen

Fadens befestigt ist und sonach die Bewegungen des letzteren genau mitmacht, durch eine Hebelvorrichtung andrückt und dadurch eine deutliche punktartige Marke auf dem Streifen macht. Zugleich mit dem Drucke gegen diese bewegliche Spitze wird aber durch denselben Handgriff der Papierstreifen gegen die an den festen Theilen des Okularstücks angebrachte Stahlspitze b^1, deren Verbindungslinie mit der beweglichen Spitze parallel zu der Richtung der Deklinationsbewegung des Schlittens ist, angedrückt und der Abstand zwischen den von der beweglichen und von der festen Spitze gemachten Marken auf dem Streifen stellt die Registrirung der jedesmaligen Deklinationseinstellung dar.

Die Hebelvorrichtung zum Andrücken des Papiers besteht aus dem Hebel *d*, über dessen zylinderförmig gestaltetes Ende *e*, welches parallel den Stahlspitzen verläuft und senkrecht gegen dieselben bewegt werden kann, der Papierstreifen geführt wird. Ein an diesem Zylinder befestigtes und dicht über dem Papier liegendes geschlitztes Blech bewirkt das Abstreifen des durchstochenen Papiers, wenn nach geschehener Markirung der Hebel *d* durch eine in der Zeichnung nicht sichtbare Feder in seine Ruhelage zurückgeführt wird.

Die Schraube *g*, mittels welcher der den beweglichen Faden und die eine Stahlspitze *b* tragende Schlitten *h* bewegt wird, — eine Schraube von sog. vierfachem Gewinde, also von geeigneter Steigung, um sehr schnell von einem Stern nach dem anderen übergehen zu können und dennoch hinreichende Feinheit der Einstellüng zu gestatten — bewirkt beim Uebergange von einem Stern zum anderen zugleich, dass der Papierstreifen *a*, auf welchem man die Einstellung mittels der beiden Stahlspitzen markirt, weiterrückt. Es bringen aber alle Drehungen dieser Schraube in diesem oder jenem Sinne, mit Hülfe einer Kombination von Zahn- und Sperrrädern *k*, welche eine auf ihrer gemeinschaftlichen Achse steckende Walze *l* zum Aufrollen des Papiers drehen, nur fortrückende Bewegungen des Streifens in einem und demselben Sinne, von der Papierrolle *i* gegen die Achse der Walze, hervor.

Die Befestigung des Streifens geschieht auf folgende Weise: Die Walze *l* (Fig. 12) ist parallel ihrer Achse bei *c* durchbohrt und in diese Bohrung mündet ein von ihrer Zylinderfläche ausgehender paralleler Spalt *m*. In diesen Spalt wird nun das etwas abgestumpfte Ende des Papierstreifens eingeführt und durch einen in die Bohrung eingesteckten Bolzen *n* darin befestigt. Um den Streifen leicht abwickeln zu können, löst man den Sperrhaken *o* aus dem Zahnkranz der Walze, so dass diese auf ihrer Achse frei drehbar wird.

Die Genauigkeit im Winkelwerth, mit welcher durch einen solchen Apparat die Registrirung von Deklinationsdifferenzen ausgeführt werden kann, hängt natürlich, ausser von der guten Einrichtung des Apparats und der Stabilität des benutzten Fernrohrs, wesentlich von der Fokalweite

desselben ab. Die lineare Genauigkeit der Messung wird durch die Feinheit und Sicherheit der Ausführung der Markirungen auf dem Papierstreifen und durch die Schärfe bestimmt, mit welcher der Abstand der von der

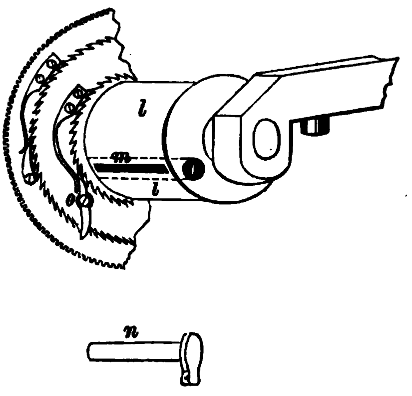


Fig. 12.

festen und der beweglichen Stahlspitze *b* und b^1 auf dem Streifen gemachten Marken abgelesen werden kann. Nach den mit einem derartigen Mikrometer auf der Berliner Sternwarte gemachten Erfahrungen wird sich selbst bei einer mit unbewaffnetem Auge, etwa mit Hülfe einer Glasskale, gemachten Ablesung, der wahrscheinliche Ablesungsfehler jeder Deklinationsregistrirung auf nicht mehr als 0,02 mm belaufen. Mit Anwendung eines Mikroskops zum Ablesen dürfte derselbe noch weiter, bis auf 0,01 mm, herabzubringen sein. Die Grenze für die Verschärfung der Ablesung wird durch die Ungenauigkeit der Registrirung selbst gezogen, welche letztere jedenfalls auf starke Bruchtheile eines Hunderttheils des Millimeters zu schätzen ist. Nimmt man hiernach an, dass ein wahrscheinlicher Fehler von 0,01 mm für eine einzelne Registrirung einzuhalten ist, so muss, um hiermit in der Registrirung der Deklinationseinstellung den wahrscheinlichen Fehler auf eine Bogensekunde einzuschränken, die Fokalweite des Fernrohrs etwas über 2 m betragen. Bei dem Fernrohr der Berliner Sternwarte, dessen Brennweite nahezu 4 m beträgt, wird somit, selbst bei Ablesung des Streifens mit unbewaffnetem Auge, ein wahrscheinlicher Fehler von einer Bogensekunde nicht merklich überschritten, was sich auch bei Wiederholungen der Registrirungen nahezu bestätigt hat.

Eine solche Genauigkeit ist bekanntlich für eine grosse Zahl von Ortsbestimmungen der Sterne, insbesondere für diejenigen zahlreichen Ortsbestimmungen von lichtschwachen Sternen, welche beim Aufsuchen der Planeten

erforderlich sind, mehr als ausreichend, und man kann dieselbe mittels des obigen Mikrometers mit grosser Bequemlichkeit erlangen.

Endlich finden sich am Apparat noch die beiden Klemmschrauben *p* und *q* (Fig. 11); sie dienen zur Aufnahme von Leitungsdräthen, mittels welcher im Moment des Andrückens des Streifens *a* ein Stromschluss bei *r* bewirkt werden kann. Mit Hülfe dieser Einrichtung kann man den Apparat auch dazu ausnutzen, dass mit jedem Andrücken des Streifens gegen die Registrirstifte zugleich auf einem anderen Registrirapparat ein Zeitsignal abgegeben wird, so dass, wenn die Sterne in grösseren Intervallen auf einander folgen und somit die Deklinationseinstellung vor dem Antritt jedes Sterns an den festen Stundenfäden gehörig vorbereitet werden kann, Rektascension und Deklination gleichzeitig mit einem Drucke der Hand auf zwei verschiedenen Registrirstreifen markirt werden können.

Unter derselben Voraussetzung genügender Zeitintervalle zwischen den Beobachtungen der verschiedenen Sterne würde man es auch leicht durchführen können, dass auf dem Registrirstreifen, welcher die Durchgangszeiten enthält, sofort mittels verschiedener Zahl und Gruppirung von Signalpunkten auch die Helligkeiten der beobachteten Sterne registrirt würden.

In den meisten Fällen, wenn man nicht etwa die Sternzonen sehr schmal macht, werden diese gleichzeitigen Registrirungen aller drei Bestimmungsstücke der Sterne nicht durchführbar sein. Man wird aber jedenfalls an dem Okularstücke den Kontakt zur Registrirung der Durchgangszeiten so anbringen können, dass man die Registrirungen der Deklinationen und Rektascensionen bald nach einander, aber mit derselben Hand ausführt und die andere Hand alsdann für die Registrirungen der Helligkeitschätzungen der Sterne auf irgend einem sehr leicht herzustellenden Hülfsapparate frei hat, wenn man nicht vorzieht, unter obigen Voraussetzungen die Deklinations- und Rektascensionsbestimmungen gesondert zu machen, aber die Helligkeiten in Form von systematisch gruppirten Signalpunkten, welche man sehr gut auf den Zeitraum von einer Sekunde zusammendrängen kann und deren erster immer die Durchgangszeit angiebt, sogleich auf denjenigen Streifen zu bringen, auf welchem die Durchgangszeiten der Sterne verzeichnet werden.

Es bleibt noch zu erwähnen, dass das Andrücken des Streifens gegen die Stahlspitzen *b* und b^1 im Sinne der Achse des Fernrohrs geschieht, um die Genauigkeit der Messungen nicht durch Bewegungen des Fernrohrs, welche dieser Druck verursachen könnte, zu beeinträchtigen. Da es trotzdem denkbar ist, dass der Beobachter unbewusst einen geringen Druck auch senkrecht auf die Achse des Rohrs ausübt, so wird es sich empfehlen, wenn man den grössten Genauigkeitsgrad erreichen will, die dem Mikrometer beigegebene pneumatische Vorrichtung anzuwenden. Dieselbe besteht aus dem Zylinder *s*, in welchem sich durch das Andrücken und Loslassen des Gummiballes *t* ein Kolben *u* hin- und herbewegt und

das Andrücken des Papierstreifens bewirkt. Diese Vorrichtung lässt sich ohne Mühe entfernen, wenn man es vorziehen sollte, das Andrücken des Streifens mit der Hand auszuführen.

Als ein anderer von Fuess ausgestellter astronomischer Hülfsapparat ist der Chronograph zu nennen, der sich durch seine Preiswürdigkeit und Zweckmässigkeit unter den Astronomen und Geodäten als ein treffliches Hülfsmittel bei der Aufzeichnung von Zeitbeobachtungen, insbesondere von Beobachtungen der Durchgangszeiten von Sternen durch das Fadennetz des Fernrohrs, grossen Anklang erworben hat.

Der Apparat soll im Grunde nichts Anderes sein, als ein verfeinerter oder Normal-Schreibapparat Morse'schen Systems.

Die Vorzüge der Fuess'schen Konstruktion dieses Apparates sind in der räumlichen Anordnung und Detailausführung aller wesentlichen Theile zu suchen. In dieser Beziehung leistet der Apparat an Uebersichtlichkeit und Zugänglichkeit aller Verbindungen und Korrekturen und danach an Sicherheit und Bequemlichkeit der Handhabung alles Wünschenswerthe.

Unter günstigen Verhältnissen, d. h. wenn der Apparat nicht Temperaturen unter 0° anhaltend ausgesetzt ist, ist auch die Güte der Regulirung, d. h. die Kleinheit des Verhältnisses von Geschwindigkeitsänderungen zu Kraft- oder Widerstandsänderungen eine ganz befriedigende.

Durch zahlreiche Beobachtungen auf der Berliner Sternwarte, auf welcher diese Apparate auch zu automatischen und anderen Vergleichungen von Uhren seit Jahren regelmässig benutzt worden sind, ist erwiesen, dass die Apparate Zeitregistrirungen bis zur Genauigkeit von einigen Tausendtheilen der Sekunde, was bekanntlich für alle astronomischen Zwecke hinreicht, zu liefern vermögen.

Einer der wesentlichen Vorzüge dieser Chronographen im praktischen Dienst besteht darin, dass die Registrirung nicht mit irgend einer gefärbten Flüssigkeit, sondern lediglich durch das Einschlagen kleiner Löcher in einen Papierstreifen geschieht, ohne dass, wie die Spezialbeschreibung der betreffenden, zuerst an den Chronographen von Ausfeld in Gotha eingeführten Einrichtungen es erklärlich machen wird, dadurch irgend welche Hemmung der Bewegung des Papierstreifens, auf welchem registrirt wird, entsteht. Bei geeigneter Justirung der betreffenden Einrichtungen und geeigneter Wahl des Papiers sind diese Signale von einer durchaus genügenden Beständigkeit und bequemen Ablesbarkeit. Ein anderer Vorzug besteht darin, dass die Chronographen nach dem Streifensystem und nicht nach dem Zylindersystem gearbeitet sind, so dass die Registrirungen innerhalb jedes noch so kleinen Zeitraumes getrennt für sich abgelesen und aufbewahrt werden können.

Scheinbar leidet hierbei die Uebersichtlichkeit der Ablesung dieser Registrirungen, welche bei einem sehr genau und gleichförmig bewegten Registrirzylinder unter Umständen in besonderem Maasse erreichbar zu

sein scheint; da jedoch bei den Fuess'schen Chronographen, wenn sie in ordnungsmässigem Zustande sind, die Minutenlängen auf dem Papierstreifen, welche im Allgemeinen etwa 60 cm betragen, nur um wenige Millimeter veränderlich sind, kann man durch geeignete Einrichtungen, indem man nämlich die Streifen auf kleinen eingetheilten Tischplatten abrollt, die Uebersichtlichkeit der Minuten- und Sekundenzählung mindestens ebenso bequem, wie bei den Zylindern und ohne die Schwerfälligkeit der letzteren erreichen.

In Folgendem ist eine nähere Beschreibung der einzelnen Theile der Apparate gegeben:

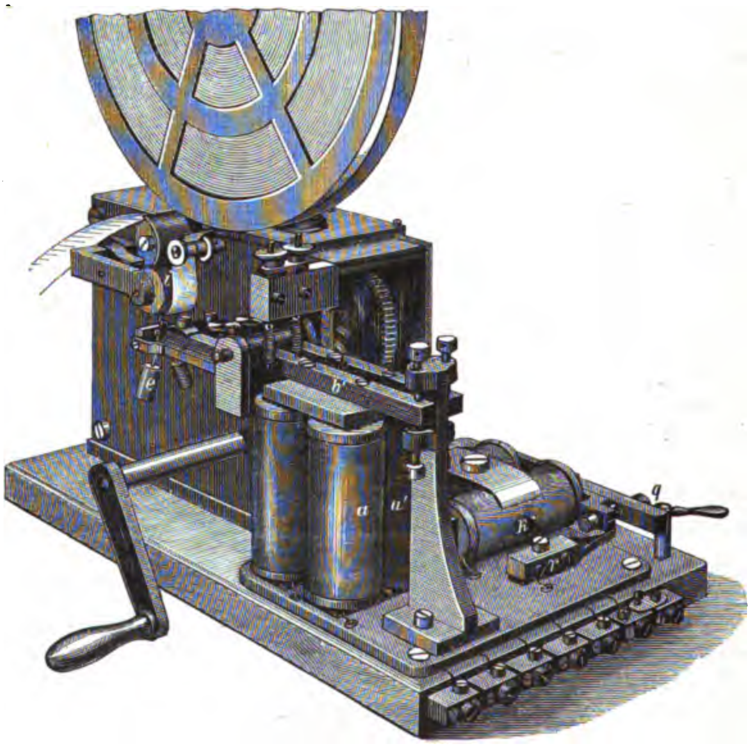


Fig. 13 (1/4 natürl. Gr.).

Das Laufwerk des Chronographen ist von gleicher Konstruktion wie das der Siemens'schen Normalschreiber, welche im telegraphischen Dienst allgemein gebräuchlich sind. Es wird durch ein an stählerner Gelenkkette wirkendes Gewicht von 14 kg Schwere getrieben und durch einen Wind-

flügelregulator in gleichmässiger Geschwindigkeit erhalten. Eine ausserhalb des Laufwerks befindliche Walze *i* (Fig. 13) zieht den Papierstreifen mit ungefähr 60 cm Geschwindigkeit pro Minute, so dass die Sekundenintervalle etwa 1 cm lang werden. Auf der Grundplatte des Apparats stehen zwei Hufeisenelektromagnete *a* und a^1, von denen der eine mit der Kontaktvorrichtung des Sekundenpendels, der andere mit dem Signalschlüssel des Beobachters leitend verbunden ist. Die Markirung der Signale geschieht durch nadelförmig zugespitzte Schrauben *e*, die, durch Anziehen der Anker an den Signalhebeln *b* und b^1, in den fortlaufenden Papierstreifen Punkte einstechen. In den an den Signalhebeln um die Schrauben *c* (Fig. 14) leicht beweglichen Endstücken *d* haben die Markirschrauben *e*

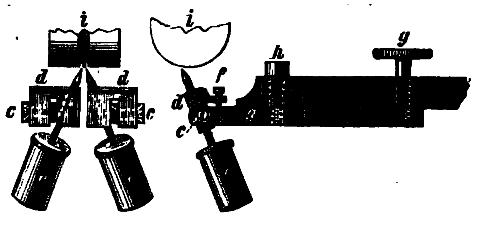


Fig. 14.

ihr Muttergewinde. Nach geschehenem Einstich in das Papier bewirkt der fortlaufende Streifen ein Neigen des Endstücks *d* im Sinne des Papierlaufes und damit das Heraustreten der Schraubenspitze aus dem Papier. Da es darauf ankommt, dass die die Schraubenspitzen verbindende Linie senkrecht gegen die Längsrichtung des Streifens, oder vielmehr gegen die Bewegungsrichtung desselben ist, sind die beweglichen Endstücke *d* durch die Schrauben *f* justirbar. Mit Hülfe der mit Reibung in den Signalhebeln steckenden Stöpsel *g*, deren exzentrische Enden in die einen Fortsatz der Signalhebel bildenden und um die Schrauben *h* drehbaren Theile eingreifen, kann man die Markirspitzen einander nähern und auch in ihre richtige Stellung zu der mit zwei nahe an einander liegenden Rollen versehenen Papierführungswalze *i* dirigiren, in welche jene Spitzen beim Durchstechen des Papiers eintreten.

Zur bequemen Arretirung des Laufwerkes vom Standorte des Beobachters aus ist dem Apparat noch ein dritter Elektromagnet *k* (Fig. 13 und 15) angefügt, welcher diese Funktion durch Schluss eines Stromkreises verrichtet, wobei gleichzeitig die Uhr ausgeschaltet wird. Durch gewisse, bald zu beschreibende Verstellungen einiger Anschlag- und Kontaktschrauben lässt sich auch die umgekehrte Wirkung erzielen, so dass also dann der Stromschluss des Kreises, in den der Arretirungsmagnet eingeschaltet

ist, den Chronographen in Thätigkeit setzt. Je nach der Natur der Registrirungen wird die eine oder die andere Art der Arretirung ihre Vorzüge haben. Die Darstellung in Fig. 15 A zeigt den Apparat im arretirten Zu-

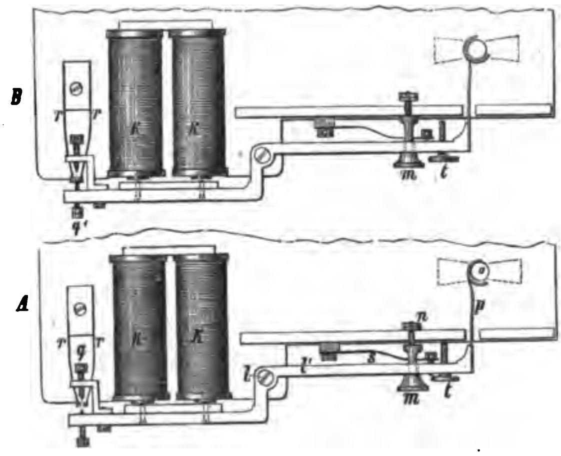


Fig. 15.

stande. Der Magnet *k* hat seinen Anker angezogen, der um *l* drehbare Arretirungshebel l^1 liegt im Anschlag gegen den Kopf der Schraube *m*, welche in diesem Falle soweit aus der Plattine des Laufwerks herausgeschraubt werden muss, wie die beiden Gegenmuttern *n* dies zulassen. Die am Ende des Arretirungshebels befindliche und die Bremsscheibe o der Windflügelachse halbkreisförmig umschliessende Feder *p* bewirkt durch ihre Reibung an *o* den Stillstand des Laufwerks. Die Kontaktschraube *q* steht ausser Berührung mit den Federn *r*, welche im Stromkreise der Uhr liegen. Ist dagegen der Strom im Arretirungsmagneten *k* unterbrochen, so wird durch die Feder *s* das Zurückfallen des Hebels l^1 bewirkt, der Kontakt der Schraube *q* mit den Federn *r* hergestellt und gleichzeitig ein Zurückziehen der Bremsfeder *p* in dem Sinne stattfinden, dass die Windflügelachse frei wird. Die Schraube *t* findet einen Anschlag an der Plattine des Laufwerks und verhindert das weitere Zurückgehen des Arretirungshebels, dessen Spielraum durch *t* und *m* begrenzt ist.

Fig. 15B zeigt die umgekehrte Wirksamkeit des Magneten, bei welcher durch den Stromschluss das vorher arretirte Laufwerk ausgelöst wird. Auch hier liegt wieder der Arretirungshebel l^1 an der Schraube *m* an, welche aber bis zu ihrem Ansatz in die Plattine eingeschraubt, während *t* etwas zurückgeschraubt ist.

Es ist aus der Figur zu ersehen, dass hier die Arretirung eintreten muss, sobald der Magnet *k* seinen Anker loslässt und dass gleichzeitig die Kontaktschraube q^1, welche bei dieser Anwendung des Chronographen wirksam ist, ausser Verbindung mit den Federn *r* tritt, also die Uhr auslöst.

Gleichfalls von Fuess war ein Apparat zur Aufnahme photographischer Bilder der Sonne im Brennpunkte des Objektivs eines Refraktors ausgestellt, der auf Veranlassung des Dr. Lohse für das Astrophysikalische Observatorium in Potsdam angefertigt worden ist. Der Apparat wird an das Okularstück des Refraktors angeschraubt, so dass der Brennpunkt des Objektivs in die Ebene der Glasfläche *a* (Fig. 16)

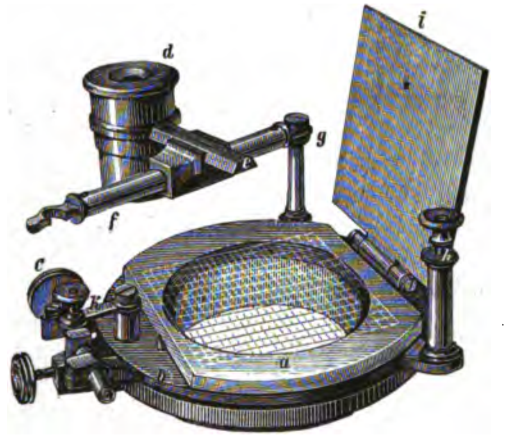


Fig. 16 (½ natürl. Gr.).

fällt, auf welche ein Netz feiner, sich senkrecht durchkreuzender Linien von je 1 mm Abstand eingeritzt ist. Die Glasscheibe *a* ist auf der im Sinne der Fernrohrachse drehbaren Platte *b* befestigt, welche gestattet, das Strichnetz koinzidirend mit der Rotationsachse, bezw. dem Aequator der Sonne einstellen zu können. Die Mikrometerschraube *c* bewirkt die feinere Orientirung dieser Lage. *d* ist ein an den Armen *e* und *f* in zwei auf einander senkrechten Richtungen verschiebbares Okular, welches vermittels des um *g* drehbaren Armes *f* auf das Strichnetz gerichtet und zur scharfen Einstellung des Sonnenbildes gebraucht werden kann, nachdem der Arm *f* an der kleinen Säule *h* befestigt worden. Fig. 16 zeigt den Apparat in der Stellung, in welcher er zur Aufnahme des photographischen Papieres vorbereitet ist, nachdem also die Einstellung mit dem Okular beendet und letzteres in eine die weiteren Operationen nicht hindernde Stellung gebracht wurde. Das lichtempfindliche Papier wird auf die Glasplatte gelegt

und durch Aufspiessen auf zwei Stahlspitzen, von denen in der Figur nur die eine sichtbar ist, befestigt. Hierauf kann der Deckel *i* auf die Platte niedergeklappt und mit einer Schraubenklammer *k* festgeschraubt werden, damit das eingelegte Papier die erstere dicht berühre.

Das mit dem Sonnenbild zugleich photographirte Glasnetz giebt die Koordinaten der einzelnen Stellen des ersteren.

E. Einrichtungen für Zeitsignale.

Schliesslich müssen unter den Instrumenten dieser Gruppe die von Bamberg hergestellten Zeitbälle erwähnt werden, welche ihrer Natur nach nicht originaliter ausgestellt sein konnten, von denen aber mehrere ausgestellte Photographien ein anschauliches Bild gewährten.

Nachdem seit etwa 30 Jahren zuerst an den Küsten Englands und seiner Kolonien, sodann seit etwa 10 Jahren an den Küsten Nord-Amerikas, Frankreichs und anderer europäischer Staaten Einrichtungen geschaffen worden waren, mittels welcher für die Chronometer sowohl der vor Anker liegenden, als der die betreffenden Küstenpunkte passirenden Schiffe eine Kontrole durch geeignete Zeitsignale ermöglicht wurde, war man auch in Deutschland vor etwa 6 Jahren von Seiten der Reichsbehörden mit der Herstellung ähnlicher Einrichtungen vorgegangen.

Aus einem Studium der bezüglichen in anderen Ländern getroffenen Einrichtungen und der von den letzteren dargebotenen Leistungen hatte es sich den in Deutschland mit der Aufgabe betrauten Männern der Wissenschaft und Technik als das Zweckmässigste ergeben, zunächst der Gleichförmigkeit halber an derjenigen Form dieser Signalisirungen fest zu halten, welche mit dem Namen „Zeitball" bezeichnet wird.

Die Art der Zeitsignalisirung durch sogenannte Zeitbälle besteht bekanntlich darin, dass ein kugelförmiger Körper (Ball) von gehörigen Dimensionen (meistens über 1 m Durchmesser) und dunkler Farbe auf einem passenden Gerüst an gut sichtbarer Stelle in die Höhe gezogen, und dass alsdann in einem bestimmten, öffentlich bekannt zu machenden Zeitpunkte, z. B. genau im mittleren Mittag des betreffenden Ortes, dieser Ball durch eine Auslösung (meistens elektrischen Charakters) plötzlich fallen gelassen wird. Der Beginn dieses Falles markirt dann den auf den Schiffen mit ihren Chronometern aufmerkenden Seeleuten einen genauen Zeitpunkt, in welchen ihre Chronometer bis auf die Sekunde oder Bruchtheile derselben eine bestimmte Angabe liefern sollten. Die beobachteten Abweichungen von dieser Angabe im Augenblicke des Falles ergeben die Fehler der Chronometer, über welche ein geordnetes Register zu führen ist, vermittels dessen man Anhaltspunkte für die Korrektur der Angaben des Chronometers auf der Seereise selbst gewinnt.

Auf Grund der mit grosser Liberalität zur Verfügung gestellten Beschreibungen und Detaildarstellungen der bisherigen vollkommensten Einrichtung dieser Art, wie sie auf der Sternwarte zu Greenwich errichtet ist, und unter Benützung der regelmässigen statistischen Mittheilungen, welche diese Sternwarte bezüglich der Leistungen der von ihr regulirten Zeitbälle veröffentlicht, wurde dann der Plan für die Einrichtung der deutschen Zeitballstationen entworfen, als welche zunächst Bremerhaven, Cuxhaven, Swinemünde und Neufahrwasser gewählt wurden, zu denen später zwei von der Kaiserlichen Marine hergestellte Zeitballstationen, zu Kiel und zu Wilhelmshaven, und ein von der Stadt Hamburg hergestellter Zeitball am Hamburger Hafen hinzutraten. Als Prinzip wurde dabei abweichend von den englischen Einrichtungen festgesetzt, dass überall die auf elektrischem Wege erfolgende Auslösung der Zeitbälle mit möglichst kurzen telegraphischen Leitungen von einem in der Nähe etablirten und mit einer guten astronomischen Pendeluhr ausgerüsteten Telegraphenamte aus erfolgen solle. Für die Fälle, in denen sich keine Sternwarte in genügender Nähe zu einer Zeitballstation befand, wurden telegraphische Kontrolen der Pendeluhren der den Zeitbällen benachbarten Zeitstationen durch eine der nächstgelegenen deutschen Sternwarten organisirt. Hierbei wurden vollständiger, als es bisher bei den Einrichtungen in anderen Ländern geschehen war, die Bedingungen ins Auge gefasst, unter welchen die Zeitbälle zu arbeiten haben, und die Zwecke, zu denen sie dienen sollen, während, wie es in den ersten Stadien solcher Entwickelungen in der Regel der Fall ist, bis dahin die sogenannte äusserste Genauigkeit bei diesen Einrichtungen erstrebt worden war.

Letzteres Streben hatte unter Anderem dahin geführt, die elektrische Auslösung der Bälle durch eine mit grösster Schärfe jedesmal richtig gestellte astronomische Pendeluhr automatisch ausführen zu lassen, um die sogenannten persönlichen Fehler signalgebender Beamten und andere Fehlereinflüsse zu vermeiden. Man hoffte hierdurch, das Zehntel der Zeitsekunde richtig signalisiren zu können. Dabei hatte man aber nicht genügend bedacht, dass ein täglich abzugebendes Signal dieser Art in Folge der gegenwärtig und vielleicht noch für lange Zeit unvermeidlichen Mängel der besten Uhren und in Folge der Wetterverhältnisse, welche nicht an jedem Tage eine Kontrole der Uhren durch astronomische Beobachtung ermöglichen, keineswegs mit einer das Zehntel der Sekunde einhaltenden Genauigkeit verbürgt werden kann.

Die von einer Normaluhr direkt ausgeführte automatische Auslösung der Zeitballsignale, welche also eine an sich nicht erreichbare Genauigkeit erstrebte, bedingte aber leider, dass in Folge der komplizirteren Einrichtungen, besonders in Folge der auf den langen Leitungen von der Sternwartenuhr bis zum Zeitball entstehenden Störungen, ein sehr grosser Prozentsatz der abgegebenen Signale viel stärker fehlerhaft wurde, als die-

selben durch geeignete Handhabung seitens zuverlässiger Personen nach gut kontrolirten Uhren und mit ganz kurzen Leitungen jemals werden konnten.

Hierzu kommt, dass die Zwecke, denen die Zeitbälle dienen, eine Genauigkeit von einem Zehntel der Sekunde in keiner Weise erfordern. Selbst abgesehen von den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern, mit denen der Seemann an dem Chronometer das Zeitballsignal aufnimmt, hätte es bei den notorischen Grenzen der Leistungsfähigkeit der besten Chronometer auf See keinen Sinn, den einzelnen täglichen Gang eines Chronometers innerhalb der Praxis mit der Genauigkeit von einem Zehntel der Sekunde feststellen zu lassen, da sogar die bestbeobachteten Gänge sehr guter Chronometer von Tag zu Tag um namhaft stärkere Beträge schwanken. Der Seemann, welcher im Hafen seinen Chronometer nach dem Zeitsignal kontrolirt, wird einestheils einen für längere Zeit anzunehmenden Gang desselben niemals aus den blossen Signalbeobachtungen zweier auf einander folgenden Tage ableiten, anderntheils sich auch bewusst sein, dass der im Hafen beobachtete Gang niemals vollkommen genau mit dem auf der See durchschnittlich stattfindenden übereinstimmt, und der Seemann, welchem es auf der Reise, z. B. beim Passiren der äussersten westlichsten Landspitze Englands, noch gelingt, den dort zu bestimmten Stunden stattfindenden Zeitballfall zu beobachten, wird dabei auch mit der durchschnittlichen Genauigkeit von einer halben Sekunde vollkommen zufrieden sein.

Es ist in Betracht aller obigen Verhältnisse bei den Zeitsignalen an den deutschen Küsten die Absicht nur darauf gerichtet worden, durch die Gesammtheit der bezüglichen Einrichtungen dafür zu sorgen, dass mit Hülfe derselben nöthigenfalls der tägliche Gang der Schiffschronometer aus den an zwei aufeinander folgenden Tagen beobachteten Signalen mit einer Genauigkeit abgeleitet werden könnte, welche durchschnittlich eine Viertel-Sekunde beträgt. Eine Prätendirung grösserer Genauigkeit könnte auch die schädliche Folge haben, ein ungerechtfertigtes Vertrauen auf eine zu lange Giltigkeit der Vorausberechnungen von Chronometergängen auf Seereisen überhaupt zu begünstigen.

Mit der Konstruktion der Zeitbälle und der Einrichtungen, welche zu ihrem Aufzuge und zu ihrer elektrischen Auslösung dienen, wurde von den Reichsbehörden der hiesige Mechaniker Bamberg betraut. Derselbe hat diesem Auftrage in durchaus selbstständiger und sinnreicher Weise entsprochen, und die Leistungen der von ihm aufgestellten Zeitbälle haben sich dementsprechend als so zuverlässig erwiesen, dass schon in den ersten Jahren die statistischen Ergebnisse der deutschen Einrichtungen einen hervorragenden Platz unter den ähnlichen Ergebnissen der Zeitsignaleinrichtungen anderer Länder beanspruchen konnten. In Folgendem sind die Details dieser Einrichtungen in den beiden Hauptformen, in welchen dieselben bisher in Deutschland zur Ausführung gelangt sind, dargestellt.

Zeitballeinrichtungen **erster Konstruktion** sind in Neufahrwasser, Hamburg, Cuxhaven, Bremerhaven und Wilhelmshaven ausgeführt worden. Diese in Fig. 17 und 18 dargestellte Einrichtung besteht aus dem über der Plattform des Zeitballthurmes befindlichen Fallgerüst mit Fall- und Aufzugsmechanismen und aus der im Zeitballthurm aufgestellten Aufwinde- und Auslösevorrichtung.

Das Fall- und Aufzugsgerüst (Fig. 17A) wird gebildet aus drei schmiedeisernen gezogenen Führungsrohren *a*, die durch ein Fussgestell *b* unten und durch eine Scheibe *c* oben unter einander verbunden sind. Diese Rohre *a* dienen zur Führung des aus flachen Stahlschienen und Stahldrath konstruirten und mit Segeltuch überzogenen Zeitballes *D* von etwa 1,5 m Durchmesser.

An die Scheibe *c* ist ein mit der Plattform des Thurmes durch Spannstangen verbundenes Windkreuz befestigt, dessen einzelne Arme unter sich durch horizontale Strebeschienen und mit dem Rohre *i* durch schräge Zugstangen fest verbunden sind. Die horizontalen vier Windkreuzarme tragen die Buchstaben N S W O und sind nach der betreffenden Ortsrichtung eingestellt. Auf das Rohr *i* ist eine empfindliche Windfahne aufgesteckt. Zum Auslösen und Aufwinden des Zeitballes wird zunächst an den oberen Theil des Fallgerüstes, direkt unter das Windkreuz, ein Fallklotz *F* geführt, welcher durch ein über Rollen *M* und M^1 (Fig. 17B) geführtes Zugseil *s* mit dem Auslösemechanismus im Thurm in Verbindung steht. Die Bewegung dieses Fallklotzes ist begrenzt durch die aufgesteckten Rohrstücke *k* und k^1. Unter diesen Rohrstücken bewegt sich durch den ganzen Fallraum des Balles der Scheerenklotz *S*, welcher die Scheerentheile *t* und t^1 trägt und ebenfalls mittels eines Zugseiles s^1, welches über die Rollen *N* und N^1 geführt ist, mit der Aufwinde- und Auslösevorrichtung im Thurm in Verbindung steht.

Die am Scheerenklotz *S* angebrachten Scheerentheile *t* und t^1 (Fig. 17A) die den Zweck haben, den Ball in einer Oese zu fassen und bis zum Niederfallen zu halten, werden durch Federn stets zusammengezogen. Seitwärts an den Rohrstücken *k* und k^1 sind zwei mit Gegengewichten versehene Winkelhaken *h* und h^1 angeordnet, die durch Hülfe der Zugschnur s^2 mittels des Handgriffs *g* (Fig. 18 S. 45) nach aussen bewegt werden können. Diese Winkelhaken haben den Zweck, den Scheerenklotz *S*, nachdem derselbe aufgezogen ist, zu halten, damit das Zugseil s^1 des Scheerenklotzes beim Aufschlagen des Fallklotzes nicht beansprucht wird.

Die im Thurm befindliche Auslöse- und Aufwindevorrichtung (Fig. 18) besteht zunächst aus den beiden Seiltrommeln *G* und G^1, auf deren erste sich das Zugseil *s* des Fallklotzes und auf deren zweite sich das Zugseil s^1 des Scheerenklotzes auf- bez. abwickelt. An der Seiltrommel *G* befindet sich ein Sperrrad *r*, in welches die Sperrklinke *x* und der Sperrhaken x^1 eingestellt werden können. Sperrhaken x^1 sitzt an einem einarmigen

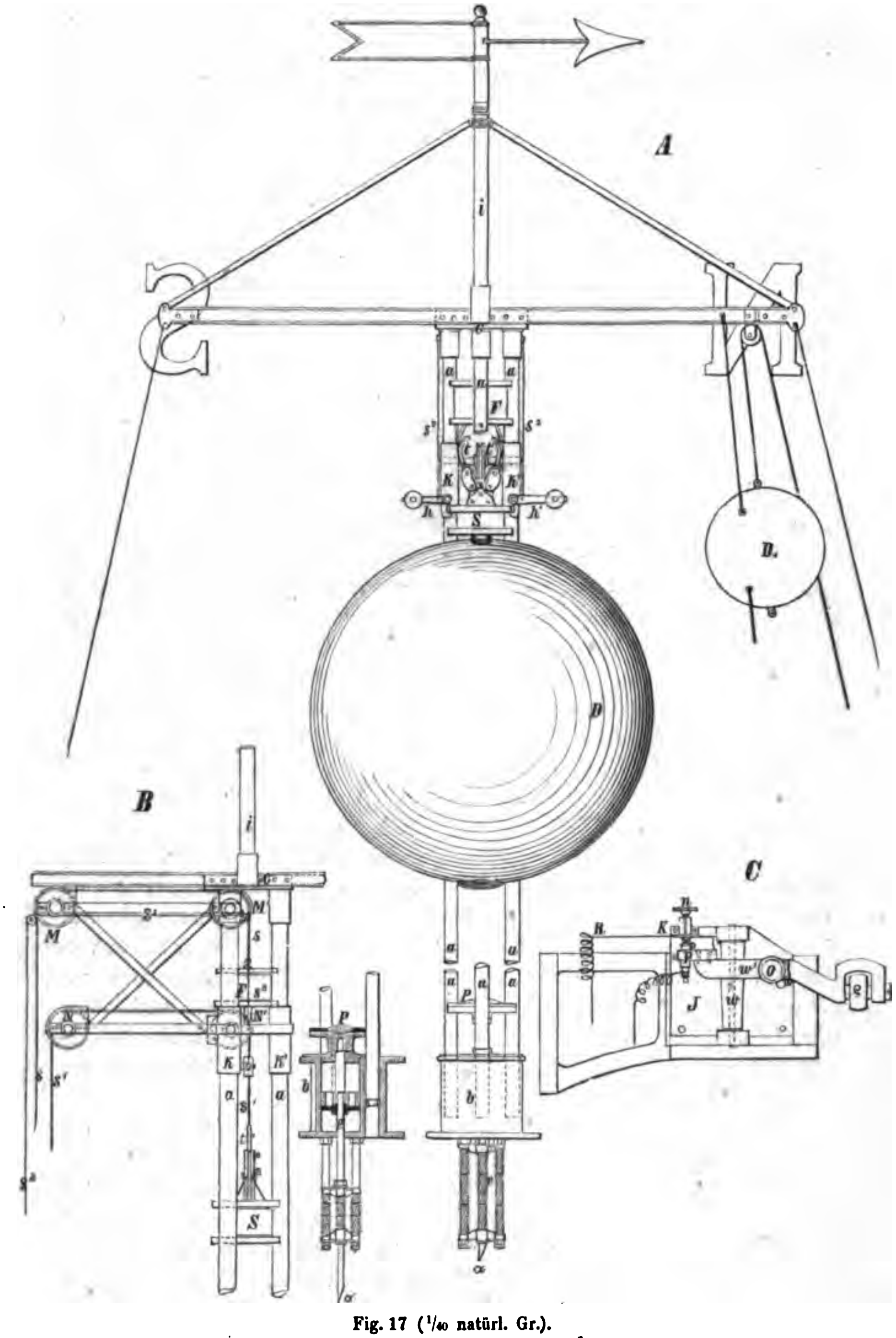


Fig. 17 (1/40 natürl. Gr.).

Hebel v, mittels dessen die Trommel G bewegt und somit das Seil s auf diese Trommel aufgewickelt wird. Die Sperrklinke x wird durch eine untergelegte Druckfeder stets an das Sperrad r angedrückt, so dass

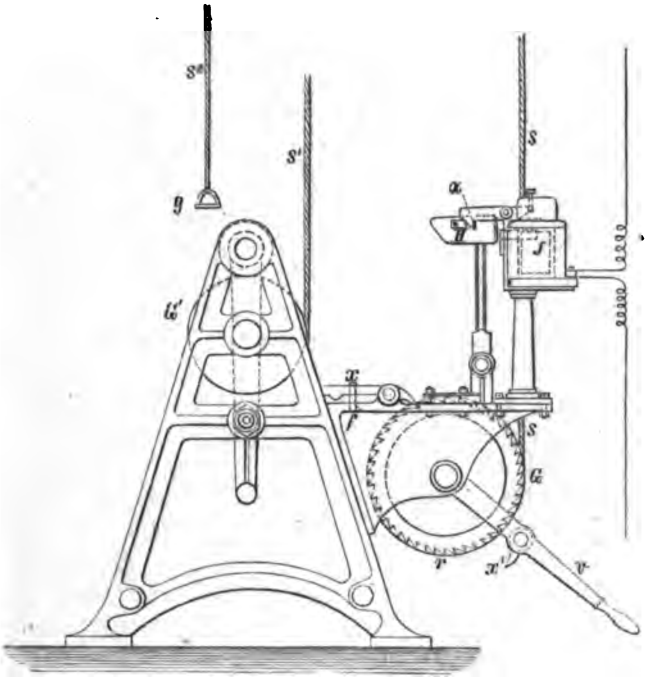


Fig. 18 (1/10 natürl. Gr.).

die Trommel G in jeder Stellung beim Aufziehen des Fallklotzes arretirt ist. Seitwärts von der Sperrklinke x sitzt eine Fangfeder f, welche die Sperrklinke, bei der Auslösung durch den elektrischen Strom, auffängt und in dieser Stellung festhält.

Auf demselben Seitenbock der Winde befindet sich der elektromagnetische Auslöseapparat J mit dem Auslösehammer H. Der letztere, der zwischen Schraubenspitzen gehalten wird und sich um diese in Folge der geringen Reibung leicht drehen lässt, wird mittels eines fein bearbeiteten Hakens vom Anker des Induktionsapparates J gehalten.

An der Seiltrommel G^1 befindet sich ein Zahnrad, welches durch eine einlegbare Sperrklinke nach der einen Drehungsrichtung arretirt werden kann. In dieses Zahnrad greift ein Trieb, auf dessen Welle eine Handkurbel sitzt; mittels dieser kann das Zugseil s^1 des Scheerenklotzes S auf- bez. abgewunden werden.

An dem Fussgestell der Zeitballeinrichtung (Fig. 17A) ist, um die Wirkung beim Aufschlagen des Balles zu schwächen, eine Puffervorrichtung *P* angebracht, die erst am Schluss des Niederfalles wirkt; der Puffer *P* ist als Luft- und Federpuffer konstruirt.

Die durch das Fussgestell durchgehende Kolbenstange *e* geht am Ende in eine lange, schräge Fläche *α* über, die beim Fall des Balles auf ein noch näher zu beschreibendes Rücksignal *R* wirkt.

Für den Betrieb der Einrichtung ergeben sich unter der Voraussetzung, dass der Ball seine tiefste Lage habe, folgende Manipulationen:

1. Es wird der Scheerenklotz *S*, der von den Winkelhaken *h* und h^1 noch gehalten wird, durch Anziehen der Zugschnur s_2 ausgelöst und durch Linksdrehen der Handkurbel, nachdem die betreffende Sperrklinke am grossen Zahnrade bei *G* zurückgelegt ist, langsam herabgelassen, bis der Scheerenklotz auf dem Ball aufsitzt und mittels der Scheerentheile *t* und t^1 den Ball fasst.

2. Es wird die Fangfeder *f* zurückgedrückt, so dass die Sperrklinke *x* durch ihre Druckfeder an das Sperrrad *r* angelegt wird.

3. Es wird die an dem einarmigen Hebel *v* befindliche Sperrklinke x^1 in die Zähne des Sperrrades *r* eingelegt und durch Drehung der Trommel *G* das Zugseil *s* und mit ihm der Fallklotz *F* angezogen, so weit bis derselbe an seinen Anschlag stösst, was durch eine an der Trommel *G* angebrachte Marke bemerkt wird. Die Sperrklinke x^1 wird sodann aus den Zähnen des Sperrrades *r* ausgelöst und der Hebel *v* niedergelegt.

4. Nachdem die Sperrklinke in das Sperrrad bei G^1 eingelegt ist, wird durch Rechtsdrehen der Handkurbel der Ball hoch gewunden und dabei der Handgriff *g* beobachtet. Wenn der Scheerenklotz *S* die Winkelhaken *h* und h^1 zurückdrückt, macht der Handgriff eine hüpfende Bewegung und zeigt somit an, dass der Ball hochgewunden ist und dass die Winkelhaken *h* und h^1 vermöge ihrer Gegengewichte den Scheerenklotz *S* gefasst haben.

5. Endlich wird der Auslösehammer *H* in den Haken des elektromagnetischen Apparates *J* eingelegt.

Der Vorgang beim Auslösen des Balles durch den elektrischen Strom ist nun folgender:

Durch Schliessen des elektrischen Stromes wird der Anker im Induktionsapparat *J* angezogen. Der Hammer *H*, der etwa um 5 bis 6° schräg zur Vertikalstellung eingelegt war, schlägt mit beschleunigter Kraft auf die Sperrklinke *x*, die ausgelöst und hierauf durch die Fangfeder *f* in der ausgelösten Stellung gehalten wird. Der Fallklotz *F*, der jetzt frei ist, schlägt auf die Scheerentheile *t* und t^1 und macht somit den Ball frei, der nun niederfällt und vom Puffer *P* aufgefangen wird.

Das Rücksignal *R* (Fig. 17C), welches den Zweck hat, im Telegraphenzimmer das Zeichen zu geben, dass der Ball gefallen ist, besteht im Wesentlichen aus einer auf einer Platte *J* gelagerten Welle *w* mit Hebel w^1,

der an dem einen Ende eine Messingrolle ϱ, am anderen Ende einen durch die Hartgummiunterlage *p* isolirten und mit schräger Fläche versehenen Stift trägt. Der Hebel w^1 wird mittels einer Spiralfeder angezogen und durch die Stellschraube *o* genau eingestellt. An derselben Platte *J* ist ein ebenfalls durch Hartgummiunterlage isolirtes federndes Stück *K* angebracht, welches die mit Platinspitze versehene Kontaktschraube *n* trägt.

Durch das Auffallen des Balles wird die schräge Fläche α der Kolbenstange *e* (Fig. 17A) gegen die Rolle ϱ bewegt und drückt diese zur Seite. Hierdurch wird der Kontakt zwischen der Schraube *n* und dem Stift über *p* unterbrochen, was im Telegraphenzimmer an einem aufgestellten Relais bemerklich wird. Die Anwendung einer schrägen Fläche am Stift und eines federnden Stückes *K* bewirkt, dass die Schraube *n* die Kontaktstelle beim Gebrauch abreibt und dass ein Ansammeln von Schmutz oder ein Oxydiren der Kontaktfläche vermieden wird. Beim Betrieb hat sich gezeigt, dass dieses Rücksignal exakt und sicher funktionirt.

Neben dem grossen Zeitball ist schliesslich noch ein kleiner aus Weissblech konstruirter, roth angestrichener Signalball D^1 vorhanden, der mittels einer Schnur aufgezogen werden kann; dies geschieht, wenn während des Betriebes durch irgend welche Ursache eine Störung eintritt und angezeigt werden soll, dass das Fallsignal keine Gültigkeit hat.

Eine Zeitballeinrichtung zweiter Konstruktion ist für Swinemünde ausgeführt worden. Sie ist in Fig. 19 dargestellt, Fig. 19A giebt einen Vertikalschnitt nach Nord und Süd mit Weglassung der Wetterfahne, Fig. 19B einen Vertikalschnitt (nach West und Ost) vom unteren Theil der Einrichtung, in welchen bei dieser Konstruktion die sämmtlichen Winde- und Auslösevorrichtungen verlegt sind. Fig. 19C und D stellen Horizontalschnitte dar und geben, die erstere eine Ansicht der Winde-, die zweite eine solche der Auslösevorrichtung. Das Wesentliche der Konstruktion wird am kürzesten zu erkennen sein, wenn die Arbeit mit diesem Apparat vorgeführt wird.

Der Ball ruht mittels eines Puffers auf einem langen vertikal stehenden Druckrohr *s* (Fig. 19A) und fällt mit diesem zusammen zu Boden; an das Rohr *s* ist eine Zahnstange *g* angesetzt, in welche man ein Zahnrad eingreifen lassen und damit den Ball hinaufwinden kann. Wenn nun wieder angenommen wird, dass der Ball seinen tiefsten Punkt inne hat, so ist folgendermaassen zu verfahren: Es sind der Reihe nach

1. die Zahnräder einzurücken,
2. der Ball aufzuwinden,
3. der Ball und der Auslösehammer einzuhängen,
4. die Zahnräder wieder auszurücken.

Zuvörderst werden die Zahnräder eingerückt mittels der über die Kettenrolle r^1 gehenden geschlossenen Kette k^1. Die Kettenrolle r^1 (Fig. 19B) ist auf den Böcken *b* gelagert, ihre Achse ist hohl und mit einem

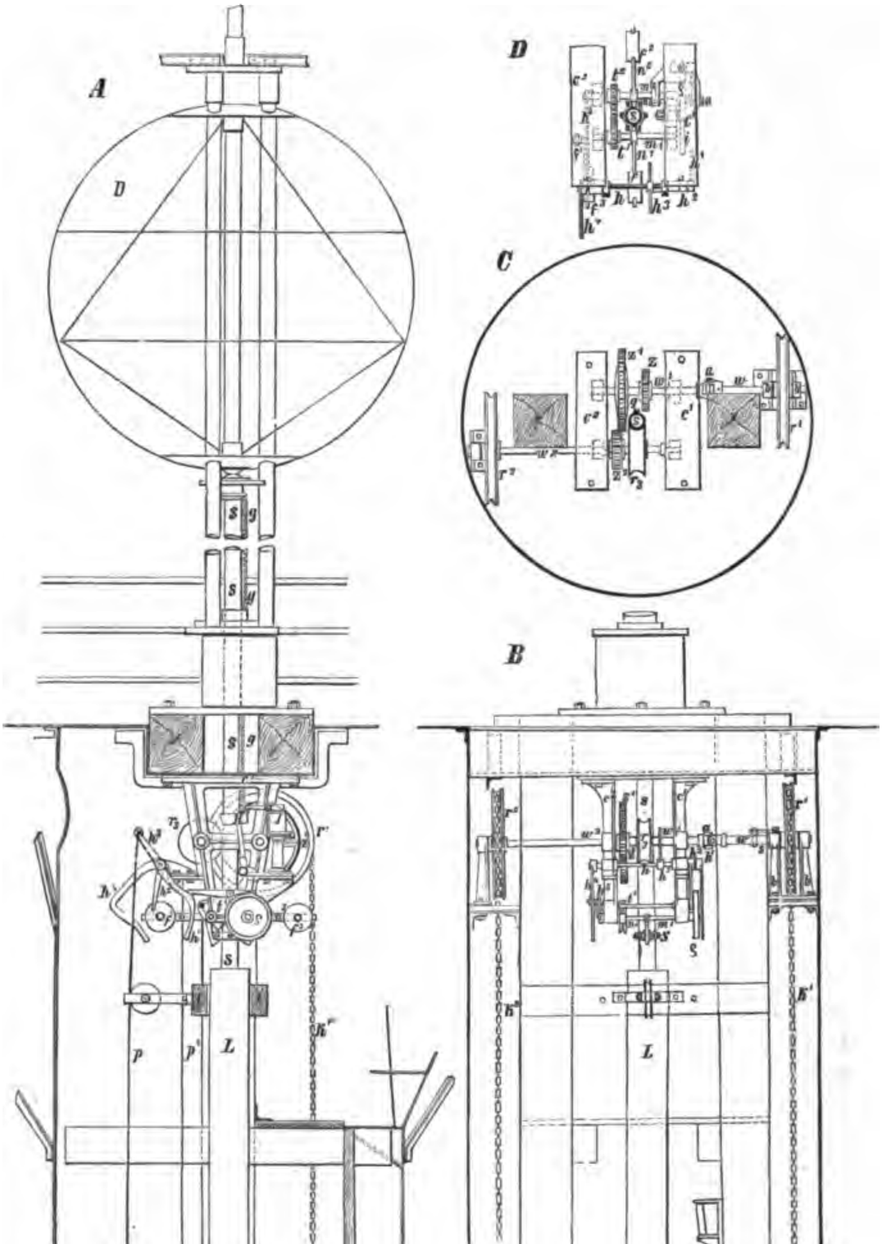


Fig. 19 ($^{1}/_{40}$ natürl. Gr.).

Muttergewinde versehen, in welches die Welle *w* mit einem Schraubengewinde eingreift. Auf der Welle *w* sitzt ein mit einer Nase versehener Stellring *d*. Die Nase wird in einem flachen Schlitz am Bock *b* geführt, so dass Welle *w* beim Ziehen an der Kette k^1 sich hin- und herschieben, aber nicht drehen lässt. Eine zweite Welle w^1, in den beiden Hängeböcken c^1 und c^2 gelagert, trägt die beiden Zahnräder *z* und z^1 (Fig. 19C) und ist durch Kuppelung *a* mit der Welle *w* so verbunden, dass eine etwaige Drehung der Welle w^1 durch *w* nicht gehindert wird. Durch Anziehen der Kette k^1 schiebt sich Welle *w* gegen Welle w^1 und rückt die darauf sitzenden Zahnräder *z* und z^1 nach links, so dass Zahnrad *z* in die Zahnstange *g* des Druckrohres *s* eingeschoben wird und Zahnrad z^1 in vollen Eingriff mit dem Zahnrad z^2 kommt. Die Welle w^2, auf welcher das Rad z^2 befestigt ist, trägt zugleich eine lose Rolle r^1, welche dem Druckrohr *s* zur Führung dient. Die Zähne des Zahnrades *z* und der Zahnstange *g* sind an den betreffenden Stellen keilförmig zugeschärft, so dass sich dieselben stets in einander schieben lassen.

Die Verschiebung der Wellen *w* und w^1 wird begrenzt durch die Nase des Stellringes *d*, welche in dem Bock *b* zwei Anschläge hat. Das Zahnrad z^1 ist mit dem Zahnrad z^2, selbst wenn Zahnrad *z* von der Zahnstange *g* ausgerückt ist, noch in Eingriff.

Nach Einrücken der Zahnräder wird die über die Kettenrolle r^2 gehende Kette k^2 angezogen. Das Zahnrad z^1 ist durch eine in der Zeichnung fortgelassene Sperrklinke nach der einen Drehungsrichtung hin arretirt, so dass die Zahnräder und die Zahnstange nur durch diese eine Kette k^2 bewegt werden können; diese Kette wird so lange angezogen, bis der Ball an das Windkreuz anstösst.

Der Ball und der Auslösehammer werden nun eingehängt, was durch Anziehen der Schnuren *p* und p^1 (Fig. 19A) geschieht. An den Hängeböcken c^1 und c^2 lagert unterhalb und seitwärts von *w* eine Hebelwelle *h*, welche die vier Hebel h^1, h^2, h^3 und h^4 trägt und mittels der Zugschnüre *p* und p^1 um einen Winkel von etwa 120° bewegt werden kann. Am unteren Theil der Hängeböcke c^1 und c^2 lagern ferner zwei Wellen m^1 und m^2 (Fig. 19B und D), die durch Zahnsektoren t^1 und t^2 verbunden und auf welche die mit Gegengewichten f^1 und f^2 versehenen Winkelhebel n^1 und n^2 aufgekeilt sind. Die Welle m^2 ist nach beiden Seiten verlängert und trägt an der einen Seite ein mit einem Sperrzahn versehenes Sperrrad ϱ, an der anderen Seite einen Hebel h^5. Auf letzterem befindet sich ein verschiebbares Gegengewicht f^3 und eine kleine Rolle ϱ^1. Ferner ist an einer bestimmten Stelle des Druckrohres *s* an diesem eine mit Rollen versehene Scheere *S* befestigt, an welche die Winkelhebel n^1 und n^2 angelegt werden. Das Gegengewicht f^3 ist etwas schwerer, als die Gegengewichte f^1 und f^2, wodurch die Winkelhebel n^1 und n^2 stets von dem Druckrohr *s* entfernt gehalten werden. An dem Hängebock c^1 befindet sich ferner

eine Sperrklinke *i*, welche durch eine in der Zeichnung fortgelassene Druckfeder stets an das Sperrrad ϱ angepresst und von einer Fangfeder mit Haken beim Auslösen gefangen wird.

An dem Hängebock c^1 ist endlich noch der elektromagnetische Apparat *I* mit Auslösehammer *H* angeschraubt, wie aus Fig. 19A ersichtlich wird. Durch Anziehen der Schnur *p* wird die Hebelwelle *h* gedreht, so dass der Auslösehammer *H* vom Hebel h^1 gefasst und in den Haken des Ankers in *J* eingelegt wird. Der Hebel h^4 fasst bei einer bestimmten Drehung der Welle *h* die am Hebel h^5 angebrachte Rolle und dreht die Wellen m^1 und m^2 mit den Winkelhebeln n^1 und n^2, so dass diese unter die Rollen der Scheere *S* fassen. Während dieser Bewegung drückt Hebel h^2 die Fangfeder zurück, so dass die Sperrklinke *i* frei wird, in den Zahn des Sperrrades ϱ sich einlegt und somit die Wellen m^1 und m^2 und Winkelhebel n^1 und n^2 fest stellt. Die Hebel h^1, h^2 und h^4 haben solche Formen erhalten, dass sich dieselben unbeeinflusst von einander bewegen können. Durch Anziehen der Schnur p^1 wird die Hebelwelle *h* in ihre ursprüngliche Lage gebracht.

Das Ausrücken der Zahnräder geschieht dadurch, dass die Kette k^1 so lange angezogen wird, bis die Nase des Stellringes an den betreffenden Anschlag gelangt.

Der Vorgang beim Auslösen des Balles durch den elektrischen Strom ist nun folgender:

Durch den Schluss des elektrischen Stromes wird der Anker im Apparat *I* angezogen, der Hammer *H* schlägt auf die Sperrklinke *i*, welche durch die Fangfedern in ausgelöster Stellung gehalten wird. Vermöge des Uebergewichtes von f^3 bewegen sich die Wellen m^1 und m^2, bezw. die Haken der Winkelhebel n^1 und n^2 von den Rollen der Scheere *S* weg und machen somit das Druckrohr *s* und den Ball *D* vollkommen frei, der deshalb mit seinem Gewicht und dem Gewicht des Druckrohres *s* und der Zahnstange *g* (etwa 100 kg) nach unten fällt.

Die Wirkung des Falles wird geschwächt durch die Anwendung eines Luftpuffers *L*. Das Druckrohr *s* trägt an seinem unteren Ende fächerartig in einer Schraubenlinie angeordnete Haarbürsten, welche durch Federn leicht gegen die Wandung des Pufferrohres *L* gepresst werden, so dass ein rasches Durchströmen der Luft verhindert wird, ohne dass beträchtliche Reibung an den Wänden des Pufferrohres entsteht. Das Pufferrohr *L* ist in einem Untersatz luftdicht abgeschlossen und mit einem Hahn versehen, um das in dem Rohr sich etwa niederschlagende Wasser abzulassen und die Wirkung des Puffers zu reguliren.

Der bei der ersten Konstruktion angewendete Signalball D^1 hat auch hier in unveränderter Weise Anwendung gefunden.

Die geodätischen Instrumente.

I. Instrumente für Triangulation und Nivellement.

BERICHTERSTATTER:
F. Steinhausen, Major à la suite des Generalstabes der Armee.
W. Erfurth, Vermessungsdirigent.

Bis zu Anfang der sechziger Jahre war in Berlin nur eine Werkstatt, die von Pistor & Martins, welche sich vornehmlich mit dem Bau von Instrumenten für höhere Geodäsie beschäftigte und sich einen weit über die Grenzen Deutschlands reichenden Ruf erworben hatte. Durch den Tod von Martins im Jahre 1871 und in Folge der bekannten ungünstigen Einflüsse, welche die ersten Jahre nach Beendigung des französischen Krieges auf die wissenschaftliche Mechanik im Allgemeinen ausübten, gewann es aber den Anschein, als ob die Berliner Mechaniker ganz und gar darauf verzichten wollten, gute Instrumente für höhere Geodäsie herzustellen. Diese Befürchtung hat sich zur aufrichtigen Freude Aller nicht verwirklicht, wir sahen vielmehr in den letzten Jahren eine rege Thätigkeit in diesem Zweige der Präzisionsmechanik und fanden daher auch auf der Ausstellung Instrumente, welche das Zeugniss ablegten, dass die Verfertiger derselben selbst den höchsten Anforderungen zu entsprechen vermögen. Hält dieses Streben nach möglichster Vollkommenheit an und gelingt es, das seit dem Jahre 1873 projektirte mechanische Institut in's Leben zu rufen, so dürfte Berlin sich in Kurzem einen sehr hohen Platz in der Herstellung von Instrumenten für höhere Geodäsie erringen.

Wenden wir uns nunmehr der Besprechung der ausgestellten Instrumente zu:

A. Universalinstrumente und Theodolite.

Da Höhenbestimmungen auf weite Entfernungen zu grosse Ungenauigkeiten ergeben, finden die grösseren Universalinstrumente für rein geodätische Messungen im Allgemeinen keine Verwendung. Die trigonometrische Abthei-

lung der Königlich Preussischen Landesaufnahme führt z. B. ihre trigonometrischen Höhenmessungen nur in Verbindung mit der Horizontalaufnahme der niedrigsten Ordnung und mit besonders zu diesem Zweck konstruirten 5 zölligen Universalinstrumenten aus. Wir beschränken uns daher im Folgenden auf die Besprechung der auf der Ausstellung befindlichen Theodolite und kleineren Universalinstrumente[1]).

Die Pistor & Martins'sche Konstruktion der Universalinstrumente besitzt so viele Vorzüge, dass die hiesigen Mechaniker mit Recht diese Konstruktion im Grossen und Ganzen adoptirt und nur in einzelnen Punkten Abweichungen vorgenommen haben, die grösstentheils als Verbesserungen anzusehen sind. Namentlich hat Bamberg mit grossem Glück es verstanden, den Wünschen der praktischen Geodäten Rechnung zu tragen und einige nicht unerhebliche Vervollkommnungen einzuführen. Von diesem höchst thätigen Mechaniker, der von allen seinen hiesigen Berufsgenossen sich am umfangreichsten mit der Herstellung von Instrumenten für höhere Geodäsie beschäftigt, fanden wir auf der Ausstellung zahlreiche Instrumente, welche sich durch höchst präzise Arbeit und gelungene Konstruktion auszeichnen.

Zunächst ist erwähnenswerth ein Theodolit mit Horizontalkreis von 21 cm (8") Durchmesser.

Der kräftige Dreifuss *A* (Fig. 20) trägt unterhalb des Horizontalkreises *K* einen Ring, welcher es ermöglicht, das schwere Instrument bequem und sicher anfassen und tragen zu können, ohne dass feinere Theile berührt werden, und der zugleich die Festigkeit erhöht. Behufs Erleichterung der zentrischen Aufstellung des Instruments über einen auf der Unterlagplatte bezeichneten Punkt verschiebt sich in der Mitte des Dreifusses, genau konachsial mit dem Vertikalzentrum, ein unten zugespitzter Stahlzylinder *C*, welcher bis auf die Unterlagplatte niedergezogen werden kann und durch Federdruck wieder hochschnellt.

Das stählerne von der Buchse *B* umschlossene Vertikalzentrum steht in fester Verbindung mit dem Dreifuss, trägt verschiedene Ansätze für den Kreis *K* und die Klemme *N* und endet in einem langen Konus, um welchen der Obertheil des Instrumentes sich dreht. Der Speichenkreis *K* lässt sich auf seinem Zentrum verdrehen und mittels einer ganz flachen dreiflügeligen Mutter festklemmen. Letztere ist unten sphärisch konvex gewölbt und wirkt auf eine entsprechend konkav ausgearbeitete Unterlagplatte, welche mit gleichmässigem Druck den Kreis auf seine Auflage klemmt. Die Unterlagplatte ist gegen Verdrehen durch Stellstifte gesichert und trägt einen vorn mit Index versehenen Fortsatz, welcher auf eine von 15 zu 15 Minuten ausgeführte, mit unbewaffnetem Auge leicht ablesbare Theilung des Kreises zeigt und somit die Verstellung desselben um einen bestimmten Winkel

[1]) Betreffs der grösseren Universalinstrumente vgl. S. 19.

mit Leichtigkeit erkennen lässt. Die Klemmung und Feinstellung der Achse (bei N) — durch Mikrometerschraube und gegenwirkende lange Spiralfeder — erfolgt in bekannter Weise direkt am Zentrum. Der Kreis bleibt dabei völlig unberührt.

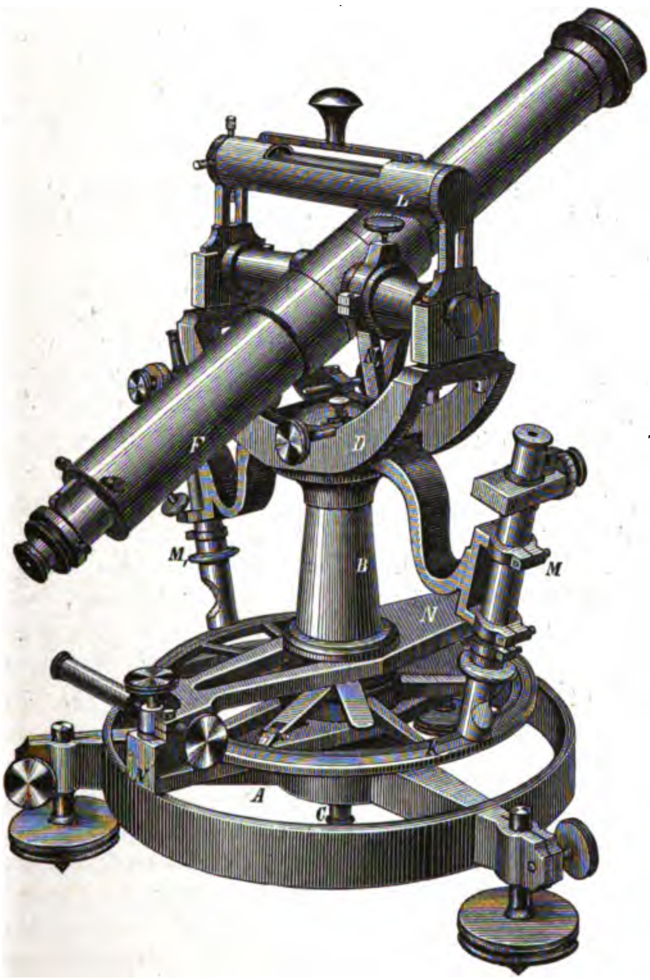


Fig. 20 (1/4 natürl. Gr.).

Die Buchse des Vertikalachssystems endet nach oben in dem kräftigen bogenförmigen Fernrohrträger D, welcher — aus Gründen der Solidität und der möglichst symmetrischen Vertheilung der bewegten Massen um den Mittelpunkt der Führung der Vertikalachse — so niedrig gehalten ist, dass das Fernrohr F eben noch eine Neigung von 45° gestattet. Am

Fernrohrträger sind die beiden kräftigen Mikroskoparme festgeschraubt. Die Hauptheilung des Horizontalkreises ist von 5 zu 5 Minuten ausgeführt und jeder Gradstrich mit Bezifferung versehen. Die Vergrösserung der gegenüberstehenden zwei Mikroskope M und M_1 ist so abgestimmt, dass ein Theilungsintervall des Kreises einer Schraubenumdrehung der Mikrometer entspricht. Um bequem ablesen zu können, sind die Trommeln der Mikrometer anstatt in 60 einfache in 30 Doppelsekunden getheilt und dementsprechend beziffert, so dass unmittelbar die Summe der Doppelsekundenablesungen an den beiden Mikroskopen zusammen das Mittel in Sekunden giebt.

Um jederzeit die Vergrösserung der Mikroskope leicht abstimmen zu können, sind diese sowohl gegen den Kreis, als auch ihre Objektive gegen die Bildebene verschiebbar und feststellbar eingerichtet.

Um eine Regulirung für leichte und sichere Drehung um die Vertikalachse zu ermöglichen, ohne die wenig empfehlenswerthe Federbalanzirung anzuwenden, war bisher folgende Einrichtung getroffen: Die Vertikalachse endete in einer harten Spitze, auf welcher eine gleichfalls harte Stahlplatte mit entsprechender konvexer Vertiefung auflag; die Platte stand durch 3 Regulirschrauben mit der Buchse in Verbindung. Durch Anziehen der Schrauben erfolgte ein allmäliges Abheben, durch Lüften ein Senken der Buchse auf die Achse und somit eine Veränderung der Reibung der Führungstheile auf einander. Diese Regulirung erfordert viel Uebung; denn wenn die Platte durch die Stellschrauben etwas schräg gezogen wird, so erfolgt naturgemäss ein einseitiger Achszwang, welcher die Sicherheit der Drehung erheblich beeinflussen kann. Um diesem Missstande zu begegnen, hat Bamberg bei den neuesten derartigen Instrumenten die Spitze durch eine kleine Halbkugel *a* (Fig. 21) ersetzt, auf

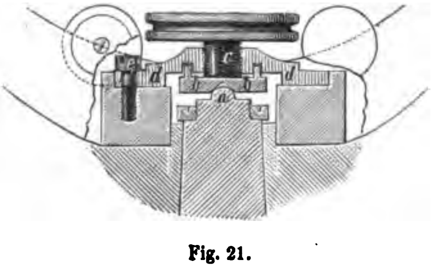


Fig. 21.

welcher die Stahlplatte *b* mit entsprechender Vertiefung aufliegt und sich ohne Zwang kippen lässt. Hierdurch ist zugleich der Vortheil erreicht, dass die Regulirung durch eine einzige Schraube *c* mit möglichst grossem Querschnitt ausgeführt werden kann, welche ihr Gewinde in einer Haube *d*

hat, die mit der Buchse durch 3 Schrauben *e* fest verbunden ist und zugleich die ganze Einrichtung staubsicher abschliesst. Damit die Stahlplatte *b* sich gegen die Stellschraube *c* niemals wesentlich verdrehen kann, ist sie mit 3 Stellstiften versehen, welche in etwas weitere Löcher der Haube leicht passen, so dass nur der zum Kippen nöthige Spielraum übrig bleibt. Die Schraube *c* geht so leicht in dem Muttergewinde der Haube *d*, dass man mit der Hand fühlt, wenn *c*, *b* und *a* im Kontakt sind; ein geringes Vorwärtsschrauben von *c*, dessen Grösse durch Versuche festzustellen ist, genügt dann die Buchse so weit von der Achse abzuheben, dass der Gang leicht und sicher ist.

Das Fernrohr *F* (Fig. 20) sitzt auf der Mitte der Achse, hat eine freie Oeffnung von 18‴ (40,5 mm), eine Brennweite von 16″ (43,5 cm), die beiden Ramsden'schen Okulare geben eine 32- und 48fache Vergrösserung. Die ziemlich starken Zylinder der Fernrohrachse sind aus glashartem Stahl angefertigt und liegen in winkelförmigen, wenig gerundeten und in der Höhe korrigirbaren Lagern. Die Achse hat nahe am Fernrohr die Mikrometerklemme N_1, der Fernrohrträger zwei, für das Umlegen des Fernrohrs berechnete, mit Federspannung versehene Mikrometerwerke. Behufs Durchschlagens muss das Fernrohr aus den Lagern gehoben werden. Auf den Zylindern der Horizontalachse reitet die Aufsatzlibelle L, deren Einrichtung auf S. 69 näher dargelegt wird.

Nach denselben Prinzipien ist ein zweiter von Bamberg ausgestellter Theodolit mit Horizontalkreis von 13,5 cm (5″) Durchmesser konstruirt, nur dass er entsprechend kleiner und hier und da etwas einfacher ausgeführt ist. Der Horizontalkreis ist von 10 zu 10 Minuten getheilt und geben die Mikroskope direkt 10 Sekunden, durch Schätzung die Einzelsekunde an. Das Fernrohr hat 14‴ (31,5 mm) Oeffnung, 9″ Brennweite, seine beiden Okulare geben eine 24- und 36fache Vergrösserung, ferner hat dasselbe 2 Diopter; die Triebbewegung des Okularauszuges gestattet eine Einstellung des Fernrohres von unendlich weit bis auf 2 Meter Entfernung. Eine Libelle sitzt fest am Fernrohrträger, eine zweite reitet auf der Horizontalachse. Der Horizontalkreis ist drehbar, aber nicht direkt festklemmbar; eine Aufsuchetheilung ist vorhanden. Die Vorrichtung für die Regulirung des Achsganges fehlt, da letztere für leichte Instrumente sehr mühsam ist. Die Achse ist jedoch so in die Buchse eingepasst, dass die untere Fläche derselben sich gegen einen entsprechenden Ansatz der Achse anlegt, wodurch der Achsgang bei entsprechender Ausführung ein guter bleibt.

Ein von demselben Mechaniker auf Veranlassung der Königlichen Landesaufnahme konstruirtes Universalinstrument mit Kreisen von 13,5 cm (5″) Durchmesser hat sowohl in der Einrichtung als in den Dimensionen denselben Unterbau wie das vorige Instrument. Der obere Theil (Fig. 22) unterscheidet sich dadurch, dass das Fernrohr an der einen Seite und nicht auf der Mitte der stählernen Horizontalachse *A* angebracht

ist. Hierdurch ist es möglich, dass es sich bei gleicher Gesammthöhe des Instrumentes durchschlagen lässt, ohne aus den Lagern gehoben werden zu müssen. Letztere sind zur möglichsten Verhütung des Eindringens von Staub durch Deckel geschlossen und in der Höhe nicht korrigirbar. Die

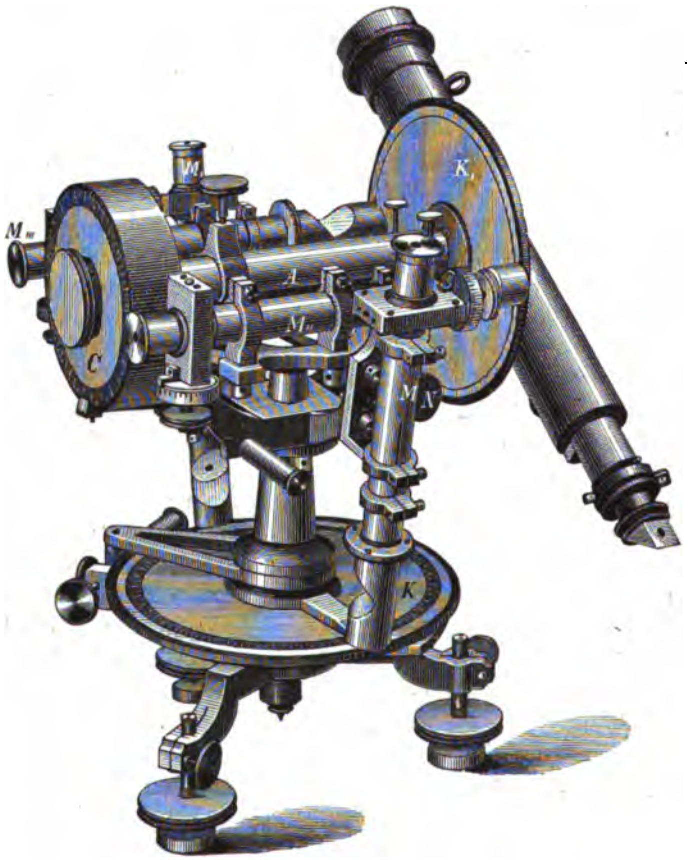


Fig. 22 (1/3 natürl. Gr.).

Auflage der Achszylinder in entsprechenden Hohlzylinderführungen der Lager schützt vor einer Veränderung der bei der Bearbeitung hergestellten normalen Lage beider Achsen gegen einander. An dem Kreuzstücke, welches Fernrohr und Horizontalachse verbindet, sitzt der dreh- und feststellbare Höhenkreis K_1 von gleichem Theilwerth wie der Horizontalkreis K. Kreis und Fernrohr werden am anderen Ende der Achse balanzirt durch ein Gegengewicht C, welches gleichzeitig eine Aufsuchetheilung trägt. Da

die Horizontalachse in ihren Lagern nicht umgelegt werden kann, so sind die Mikroskope $M_{,,}$ und $M_{,,,}$ für den Höhenkreis, ebenso wie die Mikroskope M und $M_{,}$ für den Horizontalkreis fest mit dem Fernrohrträger verbunden; sie reiten also nicht, wie bei dem astronomischen Universalinstrument (S. 23) auf der Horizontalachse; hierdurch wird eine grössere Unveränderlichkeit ihrer Lage garantirt. Beide Kreise sind von 10 zu 10 Minuten getheilt, die Mikroskope geben direkt 10 Sekunden an. Das Niveau N zum Horizontiren des Instrumentes sitzt fest am Fernrohrträger und zwar rechtwinklig zur Horizontalachse, also parallel zur rechtwinkligen Verbindung der optischen Achsen der Höhenmikroskope.

Universalinstrumente stellte auch J. Wanschaff aus, das eine davon, ein Universalinstrument mit Kreisen von 21 cm (8″) Durchmesser, hat im allgemeinen die jetzt übliche Konstruktion.

Das Fernrohr F (Fig. 23 a. folg. S.) besitzt die Vergrösserung von 36 und 54; es ist mit verschiedenen Farbengläsern, Okularprisma und Einrichtung zur Feldbeleuchtung versehen. Der Okularauszug ist mittels Klemmschraube feststellbar.

Der Horizontalkreis K trägt ausser der mikroskopischen noch eine grobe Eintheilung in ganze Grade, um denselben behufs Repetition der Winkelmessungen in anderen Kreislagen um bestimmte Intervalle drehen zu können, welche durch einen Index schnell und mit genügender Schärfe angezeigt werden. Die Mikroskope M'' und M''' des Höhenkreises ruhen mittels Träger auf der Achse und werden mit besonderer Libelle L^1 in die Horizontalebene eingestellt. Die Umlegung des Instruments, während welcher die mit Spiegel versehene Aufsatzlibelle L auf der Achse verbleiben kann, geschieht durch den in der vorderen Seite des Dreifusses sichtbaren Griff. Die Kreise sind von 5 zu 5 Minuten getheilt. Die direkte Ablesung an den Mikroskopen giebt eine Sekunde.

Die besondere Sorgfalt, welche Wanschaff auf die Theilung von Kreisen verwendet, lässt annehmen, dass auch die hier ausgeführte Kreistheilung eine vorzügliche ist und dass demnach das Instrument bei seiner sonstigen präzisen Konstruktion sich in jeder Beziehung zu Präzisionsmessungen eignet.

Das andere von Wanschaff ausgestellte Universalinstrument mit Kreisen von 12 cm (4½″) Durchmesser ist zum Gebrauch auf Reisen bestimmt; es dient zur vorläufigen Bestimmung von Winkeln und wird überall da willkommen sein, wo es durch die obwaltenden Umstände nicht möglich oder nicht nöthig ist, ein grosses mit den feinsten Einrichtungen versehenes Instrument mitzuführen, wo vielmehr ein Instrument von kleiner gedrungener Konstruktion genügt, das den Einflüssen des Transportes u. dergl. den grösstmöglichen Widerstand entgegensetzt. Das ausgestellte Instrument erscheint hierzu vollständig geeignet.

Horizontal- und Vertikalkreis sind bei diesem Instrument verdeckt und

werden mittels einliegender Alhidaden durch mit Glas verdeckte Oeffnungen abgelesen. Die Eintheilung ist von 10 zu 10 Minuten und gestattet mit Hülfe von Nonien eine Ablesung von 10 Sekunden. Der Horizontalkreis

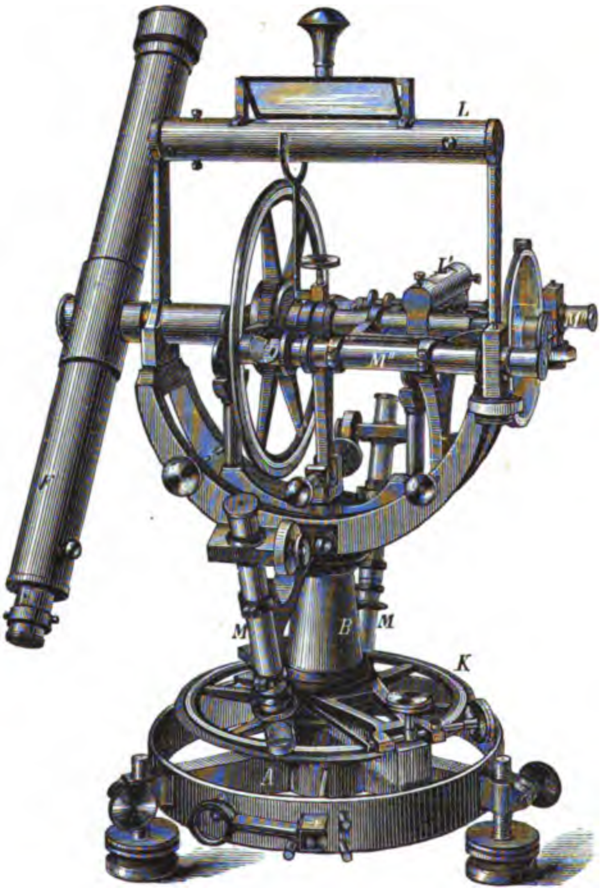


Fig. 23 (1/3 natürl. Gr.).

ist drehbar. Die Nonien werden von besonderen, unabhängig von den Verschlussdeckeln an den Buchsen angebrachten Alhidaden getragen, so dass die Kreisablesungen durch äussere Stösse nicht beeinflusst werden. Das Fernrohr hat eine 20fache Vergrösserung, ist zum Durchschlagen eingerichtet und mit Sonnenglas, Okularprisma und Einrichtung zur Feldbeleuchtung versehen. Die Achse des Vertikalkreises ist umlegbar und wird durch Verschlussdeckel in ihren Lagern gehalten.

B. Nivellirinstrumente

Nivellirinstrumente sind in verschiedenen Grössen von den Firmen J. Amuel, C. Bamberg, L. Blankenburg, A. Bonsack und A. Meissner ausgestellt worden.

In Bezug auf die Konstruktion lässt sich im Allgemeinen anführen, dass sich dieselbe in den Bahnen hält, welche hierfür von Martins und andern ausgezeichneten Konstruktören gegeben sind und welche sich im Laufe der Jahre mannigfach bewährt haben. Nur in Einzelnheiten, wie Zentrirung des Objektivglases, Korrektur der Fernrohrlager, Wahl des Materials für Achse und Buchse, Klemmvorrichtung u. s. w. haben sich nach und nach Konstruktionsabweichungen und Verbesserungen geltend gemacht. Wir haben hierbei nur Nivellirinstrumente von der Grösse und der sorgfältigen Ausführung im Auge, wie sie zu scharfen Nivellements ersten Ranges gebraucht werden. An kleineren Instrumenten, wie sie für Feldmesszwecke nöthig werden, finden wir bei den genannten Firmen eine grössere Zahl, zum Theil in eigenartiger interessanter Konstruktion. Für diese wird auf den unmittelbar nachfolgenden Bericht verwiesen.

Von Bamberg war ein Nivellirinstrument ausgestellt, welches in Konstruktion und Dimensionen genau mit denjenigen Instrumenten übereinstimmt, die von der trigonometrischen Abtheilung der Königlich Preussischen Landesaufnahme zur Ausführung ihrer Präzisionsnivellements verwandt werden. Mit Rücksicht auf die Wichtigkeit dieser Arbeiten für das Gesammtgebiet der Preussischen Monarchie und des Deutschen Reiches geben wir in Folgendem eine nähere Beschreibung dieses Instrumentes.

Das um seine Mitte balanzirende Fernrohr *A* (Fig. 24) hat 40,5 mm Oeffnung, 44 cm Brennweite, etwa 30fache Vergrösserung und ist mit zwei kräftigen, genau gleich starken zylindrischen Hartgussringen versehen, mit welchen es in den, zum Zwecke geringerer Abnutzung zylindrisch ausgeschliffenen, bequem verschliessbaren Lagern *B* einliegt und umgelegt werden kann. Objektiv und Fadenkreuz sind durch je vier gegen einander wirkende Schrauben *a*, bezw. *b* rechtwinklig zur Konstruktionsachse verstellbar und also zu derselben zentrirbar. Die Fernrohrlager sind durch Doppelbalken fest mit einander verbunden und werden durch zwei entgegenwirkende Korrekturschrauben *c*, welche in der Nähe des einen Lagers liegen, gemeinschaftlich zur Vertikalachse korrigirt. Die Drehung bei dieser Korrektur geschieht um die Horizontalachse *g*, welche in der Nähe des zweiten Fernrohrlagers liegt. Die lange Stahlachse *E* ist mit Klemme *K* nnd Mikrometerwerk versehen. Sie ist aus glashartem Stahl gefertigt und bewegt sich in gleichfalls glasharten, in die Buchse eingesetzten Stahlringen, so dass eine Abnutzung des ganzen Achssystems erst nach Verlauf vieler Jahre eintreten kann.

Es ist dies eine unleugbare Verbesserung gegen die früher gebrauchten Instrumente, bei denen die Achse aus weichem Gussstahl, die Buchse aus Messing bestand. Da das Gewicht des Fernrohrs mit Lager ein beträchtliches ist und der Schwerpunkt des ganzen Systems ziemlich hoch über

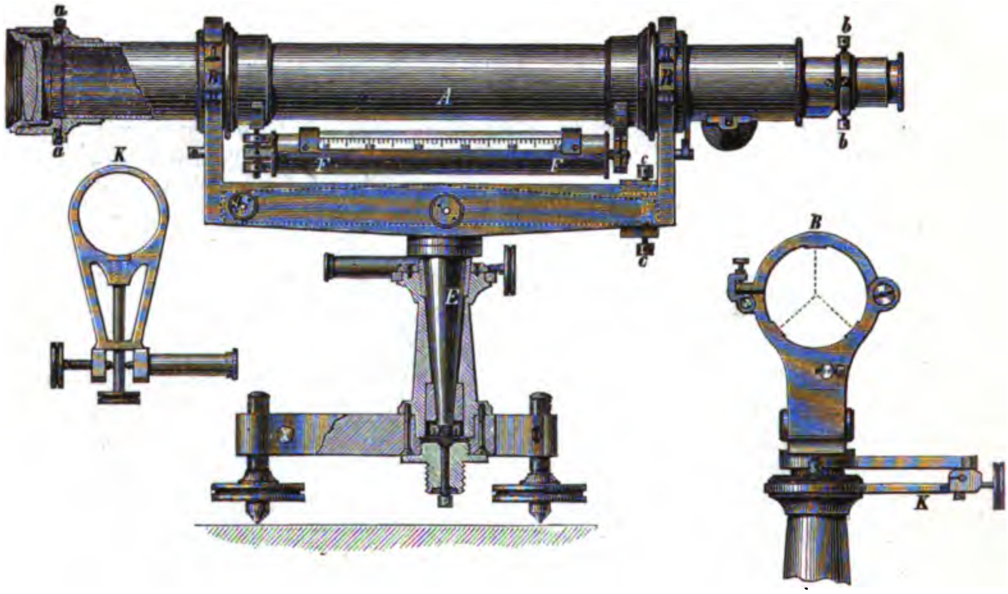


Fig. 24 (1/4 natürl. Gr.).

der Mitte der Führung der Vertikalachse liegt, so trat bei diesen älteren Instrumenten sehr rasch eine ungleichmässige Abnutzung und in Folge dessen ein unsicherer Achsgang ein. Eine gänzliche Aenderung der Konstruktion, bei welcher mehr Rücksicht auf die gleichmässige Vertheilung der Massen genommen werden könnte, lässt sich nicht wohl anwenden, ohne mancherlei andere Unzuträglichkeiten herbeizuführen. Es ist deshalb die genannte Aenderung in der Wahl des Materials vorgenommen, und es lässt sich erwarten, dass der erstrebte Zweck, den Achsgang dauernd zu sichern, auf diese Weise vollkommen erreicht sein wird.

Die Libelle *F* ist mit dem Fernrohr fest verbunden; ihre Fassung ist mit einer Tuchumhüllung versehen und der Ausschnitt durch einen Glasdeckel verschlossen, so dass eine direkte Einwirkung rascher Temperaturveränderung möglichst vermieden ist. Die Theilung der Libelle ist vom Objektivende zum Okularende mit wachsender durchgehender Bezifferung versehen.

Reich vertreten durch Nivellirinstrumente in den verschiedensten

Grössen war die Firma Meissner. Es ist solide und tüchtige Arbeit, die wir hier finden und die zugleich das Bestreben zeigt, Fortschritte in verbessernder Beziehung zu machen. Wir wollen es uns deshalb nicht versagen, einige Hauptpunkte in diesem Sinn hervorzuheben, wenngleich diese Instrumente in dem Bericht des Herrn Doergens eingehender besprochen werden. Es sind dies 5 Aenderungen in der bisher üblichen Konstruktion, die sich als Verbesserungen zeigen und die gerade für Instrumente zu Präzisionsnivellements geeignet erscheinen:

1. Die Zentrirung des Objektivglases erfolgt durch 3 Schrauben, von denen die eine, welche in horizontaler Richtung wirkt, mit Federung versehen ist, so dass bei Temperaturänderungen das Glas von selbst, aber nur in horizontaler Richtung, ausweicht und so die Richtigkeit der Visirungen erhalten bleibt.
2. Die Korrektur der Libelle, um Libellenachse und Fernrohrachse parallel zu stellen, ebenso
3. Die Korrektur der Fernrohrlager.

   Beide Korrekturen werden nur durch je eine Schraube bewirkt, welche sofort anspricht und den gewünschten Erfolg hervorbringt. Die sonst üblichen Systeme von zusammengehörigen Druck- und Zugschrauben, welche ungeübten Händen leicht Schwierigkeiten bereiten, sind damit vermieden.
4. Eine eigenthümliche Fassung für Aufsatzlibellen, welche es ermöglicht, beim Umsetzen der Libelle diese stets auf dieselben Punkte wie vorher aufzusetzen; hierbei liegen diese Punkte den Berührungspunkten der zu horizontirenden Achse, welche in rechtwinkligen Y-Trägern ruht, stets diametral gegenüber.
5. Ein Stativ für grössere Nivellirinstrumente, bei welchem der Kopf in einem Stück aus Metall gegossen ist (vergl. Fig. 49). Die Beine sind mit grösstmöglicher Spreizung angesetzt und die Verschraubung so konstruirt, dass ein Lösen und Anziehen der Muttern nicht erforderlich wird und das Ganze in Bezug auf Festigkeit und Dauerhaftigkeit Ausserordentliches leistet. Das Mehrgewicht eines solchen Stativs gegen ein Stativ von Holz in derselben Grösse beträgt nur $\frac{1}{2}$ bis höchstens 1 kg. — Die Ruhepunkte für die Fussschrauben des Instruments sind nicht, wie sonst üblich, durch Rinnen gegeben, sondern bestehen aus runden Scheiben mit runden nach unten spitzen Versenkungen. Sie werden durch Deckplatten gehalten und gestatten eine kleine seitliche Verschiebung, so dass sie sich den Fussschrauben anpassen und keinerlei Zwang auf dieselben ausüben.

C. Libellen.

Die Fertigstellung von Libellen ist mühsam und in Betreff des pekuniären Erfolges wenig lohnend. Es ist daher erklärlich, dass nur wenige Mechaniker sich mit der Konstruktion dieser für Messinstrumente wichtigen Bestandtheile beschäftigen. Unter diesen Mechanikern nimmt C. Reichel, welcher seine ganze Thätigkeit auf die Herstellung von Libellen konzentrirt und unablässig bemüht ist, immer Vorzüglicheres darin zu leisten, einen hervorragenden Platz ein.

Von seinem unausgesetzten Schaffen gab seine Ausstellung, welche eine reiche Sammlung gefasster und ungefasster Libellen in den verschiedensten Grössen enthielt, eine Anschauung. Ausserdem zeigte R. in einigen gleichfalls ausgelegten unfertigen Libellenröhren, wie unregelmässig deren innere Wände geformt sind und welcher Arbeit es daher bedarf, diese Unregelmässigkeiten abzuschleifen. Dass diese zunächst erforderliche Arbeit in genügender Weise ausgeführt ist, kann nur auf empirischem Wege konstatirt werden, d. h. es muss der Verfertiger durch wiederholte Versuche sich überzeugen, dass bei Neigung der Röhre um einen und denselben Winkel die Luftblase sich stets um dieselbe Grösse von einem Theilstrich nach dem andern fortbewegt. Ist dieses geschehen, so kann zur Füllung und Schliessung der Libelle geschritten werden. R. füllt die Libellen mit Aether und schmilzt das eine Ende der Röhre zu, während er diese selbst konstant auf der Temperatur von 35° erhält. Durch dieses Schmelzverfahren und in Anbetracht des vorzüglichen zur Verwendung kommenden Glasmaterials dürfte der Gefahr des Springens der Libelle beim Gebrauch im Felde möglichst vorgebeugt sein, wenn es auch immer geboten sein wird, diese mit Aether gefüllten Libellen mehr der Einwirkung der Wärme zu entziehen, als es bei den mit Spiritus gefüllten nothwendig ist. — Eine möglichst korrekte Eintheilung ist ein weiteres Haupterforderniss für jede gute Libelle. R. führt diese Theilung nicht nur selbst aus, sondern bestimmt auch — auf Wunsch — den Werth jedes einzelnen Theilstriches. Das hierzu von ihm konstruirte, höchst zweckmässige Instrument war leider nicht ausgestellt. Da aber die Kenntniss desselben nicht ohne Interesse sein dürfte, so möge hier die Beschreibung des für die trigonometrische Abtheilung der Landesaufnahme gelieferten folgen.

Das von Reichel hergestellte Instrument zur Bestimmung der Libellen, als Legebrett bezeichnet, besteht aus 2 über einander liegenden Platten, welche auf der einen Seite durch ein Kippstück so verbunden sind, dass die obere Platte, welche die zu untersuchende Libelle aufnimmt, um diesen Verbindungspunkt gehoben bez. gesenkt werden kann. Das Maass der Hebung wird dadurch bestimmt, dass eine Mikrometerschraube mit fest verbundener Theilscheibe durch ein am andern Ende der oberen

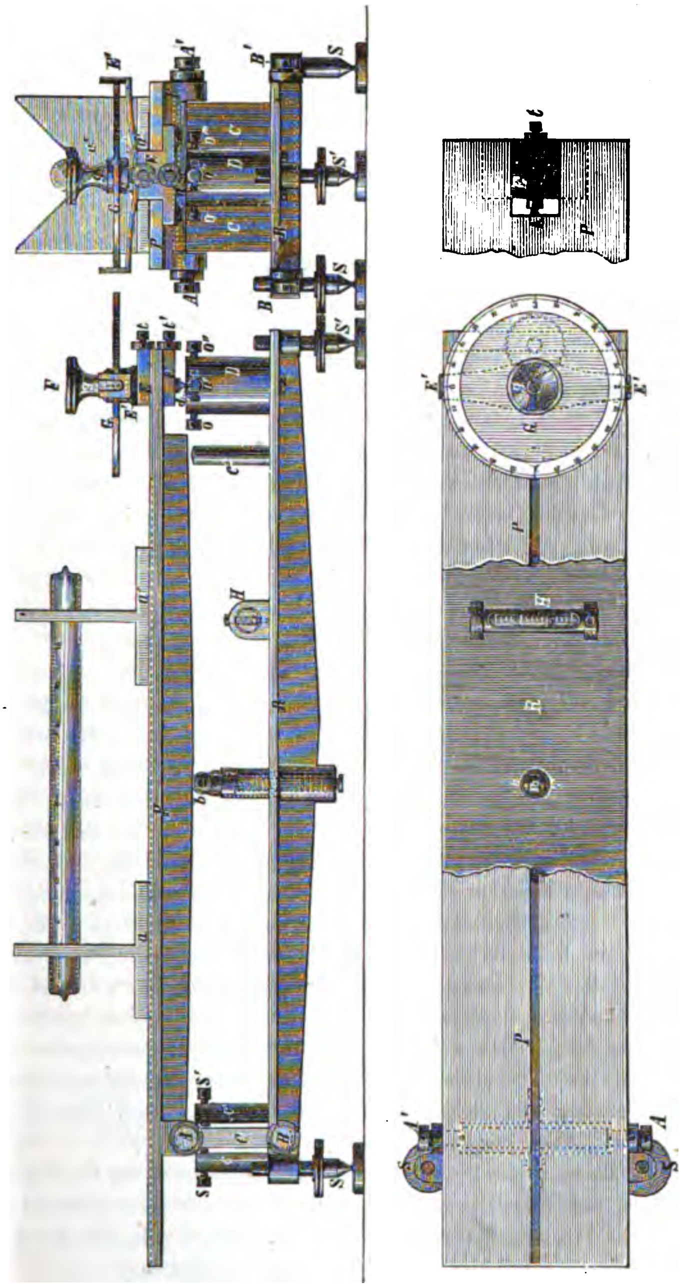


Fig. 25 ($^1/_4$ natürl. Gr.).

Platte eingefügtes Muttergewinde greift und mit ihrem unteren Ende auf einer auf der unteren Platte festgeschraubten Unterlage ruht. An der Theilscheibe ist eine Visirvorrichtung vorhanden, die es gestattet, unmittelbar diejenige Theilgrösse abzulesen, um welche die Libelle bei der Fortbewegung der Luftblase von einem Theilstrich zu einem anderen gehoben bez. gesenkt worden ist.

Die untere Platte R (Fig. 25) steht einerseits mit den beiden Fussschrauben S, andererseits mit einer dritten Fussschraube S^1 auf. Durch das Kippstück C wird die untere Platte R mit der oberen Platte P und zwar mittels der in Kugeln endenden Achsenschrauben B und B^1, bez. A und A^1 verbunden. Als Anschläge der Kippplatte dienen die beiden Säulen c und c^1 mit ihren Stellschrauben s und s^1.

Die Mikrometerschraube F geht durch das an P durch Schrauben verstellbar befestigte Muttergewinde E. Zur Beseitigung des todten Ganges dient die stellbare Backe e (vergl. Detailzeichnung, unten rechts), welche durch die beiden Schrauben t und t^1 an die Schraube F soweit wie erforderlich gedrückt werden kann. Zur Berichtigung der Radienlänge ist die Schraube K in P eingeschraubt, die mit ihrem Kopf gegen das Muttergewinde E wirkt. Die Mikrometerschraube F endigt oben in den als Handhabe zur Drehung dienenden Kopf g, unten in eine Kugel, welche in dem Trichterlager d ruht. Dieses befindet sich in dem auf der Platte R befestigten Klemmfutter D und kann hierin durch die 4 Schrauben o, o', o'' und o''' gestellt werden. Eine Umdrehung der Schraube F entspricht einer Neigungsänderung der Platte P von 4 Minuten. Es ist deshalb die an der Mikrometerschraube befestigte Theilscheibe G in 240 Theile getheilt, deren jeder also den Werth einer Sekunde hat. Die genaue Einhaltung dieses Werthes wird durch die bereits erwähnte Schraube K ermöglicht. Zur Ablesung ist die unterhalb der Theilscheibe an dem Muttergewinde E befestigte Alhidade E^1 bestimmt, welche an beiden Enden rechtwinklig nach oben gebogene Ansätze trägt. In dem einen — dem Beobachter zugewandten — befindet sich ein Glasplättchen, auf welchem der Index durch 2 senkrechte rothe Parallelstriche bezeichnet ist. Bei der Ablesung wird der einzustellende Strich der Theilscheibe zwischen diese rothen Striche gebracht. Der andere Ansatz enthält eine Skale behufs Zählung der vollen Schraubenumdrehungen.

Die obere Platte P ist der Länge nach mit einer Vertiefung versehen, welche als Führung der Böcke a, a^1 dient, die zur Aufnahme der zu untersuchenden Libelle bestimmt sind.

Auf der unteren Platte R sind endlich noch angebracht die Balanzirung b zur Entlastung der Schraube F und der Achsen von C, ferner der Aufschlag c'' für P bei abgelaufener Schraube F, endlich die Libelle H, um F durch die Fussschrauben vertikal einrichten zu können.

Um sowohl das Instrument als auch die zu untersuchende Libelle gegen Temperatureinflüsse möglichst zu schützen, befindet sich das Lege-

brett in einem Glaskasten, durch dessen Deckel eine an dem Kopf der Schraube F zu befestigende Stange mit Handhabe hindurchreicht.

Zur Beurtheilung der Güte des Legebretts, wie auch einer Reichelschen Libelle mögen folgende von der trigonometrischen Abtheilung ausgeführte Untersuchungen dienen:

Der einzige Theil des Legebretts, welcher einer genaueren Prüfung zu unterziehen ist, ist die Mikrometerschraube. Es beschränkte sich daher die Untersuchung lediglich auf diesen Theil und zwar nur auf denjenigen Schraubenumgang (den 5.), welcher allein bei den späteren Untersuchungen in Betracht kommt.

Das Legebrett wurde auf einen Steinpfeiler gestellt, auf die Böcke desselben ein Nivellirfernrohr gelegt und horizontirt. Ferner wurde in einer Entfernung von 10,206 m von der Achse C (Fig. 25) des Legebretts ein Millimetermaassstab genau senkrecht angebracht. Hierauf wurden die Striche des Maassstabes bei der 5. und 6. Umdrehung der Schraube in der aus nachfolgendem Täfelchen ersichtlichen Weise eingestellt, wobei zu bemerken, dass zunächst die Mikrometerschraube nahezu auf die bestimmte Höhe gebracht und dann der besseren Beobachtung wegen noch so weit geschraubt wurde, dass der Faden des Okulars genau in der Mitte zwischen 2 Theilstrichen des Maassstabes sich befand. Die zweite Kolumne des Täfelchens giebt die hierbei gefundenen Ablesungen der Theilscheibe an:

Umdrehung.	Theilscheibe.	Differenz.	Maassstab.	Differenz.
	′ ″	′ ″	mm	mm
5	0 — 4,8	4 1,6	49,5	12
6	0 — 3,2		61,5	
6	0 — 3,0	4 1,5	61,5	12
5	0 — 4,5		49,5	
5	0 — 4,7	4 1,6	49,5	12
6	0 — 3,1		61,5	
6	0 — 3,5	4 1,8	61,5	12
5	0 — 5,3		49,5	
5	0 — 5,1	4 2,0	49,5	12
6	0 — 3,1		61,5	
		Mittel 4 1,7		

d. h. 4′ 1,7″ auf der Theilscheibe entsprechen 12 mm bei 10,206 m Entfernung oder 4 wirklichen Minuten + 2,5 Sekunden, folglich

4 Theilscheibenminuten = 4 wirklichen Minuten + 0,8 Sekunden, oder

1 Theilscheibensekunde = 1 + $^1/_{300}$ wirklichen Sekunden.

Derselbe Schraubenumgang wurde sodann in Bezug auf seine einzelnen Theile in ganz analoger Weise untersucht und in seiner ganzen Höhe als vollkommen schwindelfrei gefunden.

Nachdem sodann eine Reichel'sche Libelle (die des Nivellirinstruments No. 1 von Pistor & Martins) auf die Böcke gelegt und der Glaskasten wieder geschlossen war, wurden die Beobachtungen der Libelle wie nachstehend ausgeführt. Der Einfachheit wegen sind im folgenden Täfelchen nicht die Mittel aus den Ablesungen, sondern die Summe derselben, d. i. die doppelten Mittel, angegeben:

Theilscheibe.	Blase.		Doppeltes Mittel.	Differenz.
"				
0	14,4	29,6	44,0	
20	20,3	35,5	55,8	11,8
20	20,3	35,5	55,8	12,0
0	14,3	29,5	43,8	
0	12,5	31,5	44,0	
20	18,8	37,7	56,5	12,5
20	18,9	37,8	56,7	12,0
0	12,9	31,8	44,7	
0	13,5	32,2	45,7	
20	19,5	38,2	57,7	12,0
20	19,5	38,2	57,7	11,8
0	13,6	32,3	45,9	
0	11,1	33,1	44,2	
20	17,1	39,1	56,2	12,0
20	17,1	39,1	56,2	12,1
0	11,0	33,1	44,1	
				Summe 96,2

d. h. 2 × 8 × 20 Theilscheibensekunden entsprechen 96,2 Libellentheilen, woraus folgt:

1 Libellentheil = $\frac{320,0}{96,2}$ = 3,326 Theilscheibensekunden und, da nach den früheren Beobachtungen 1 Theilscheibensekunde = 1 + $^1/_{300}$ wirklichen Sekunden, so ist 1 Libellentheil = 3,337 Sekunden.

Ist die Libelle richtig konstruirt und getheilt, so muss dieser Werth für alle Libellentheile gleich sein. In wie weit dieses in der That der Fall, darüber geben die auf der folgenden Seite zusammengestellten Beobachtungen und Berechnungen Aufschluss.

Der Vergleich der beobachteten und auf Grund der vorher gefundenen Werthe berechneten Resultate ergiebt einen so geringen Unterschied, dass sowohl das Legebrett als auch die geprüfte Libelle — die Untersuchungen

Theilscheibe.	Blase.		Doppeltes Mittel beobachtet.	Doppeltes Mittel berechnet.	Differenz.
"					
0	14,5	29,7	44,2	44,0	+ 2
5	16,0	31,0	47,0	47,0	0
10	17,5	32,5	50,0	50,1	— 1
15	19,0	34,0	53,0	53,1	— 1
20	20,6	35,5	56,1	56,1	0
20	20,6	35,5	56,1	56,1	0
15	18,9	33,7	52,6	53,1	— 5
10	17,7	32,5	50,2	50,1	+ 1
5	16,2	31,0	47,2	47,1	+ 1
0	14,8	29,5	44,3	44,1	+ 2
0	12,9	31,8	44,7	44,9	— 2
5	14,5	33,4	47,9	47,9	0
10	15,9	34,9	50,8	50,9	— 1
15	17,7	36,5	54,2	53,9	+ 3
20	19,0	38,0	57,0	56,9	+ 1
20	19,1	38,1	57,2	57,2	0
15	17,7	36,5	54,2	54,2	0
10	16,3	35,0	51,3	51,2	+ 1
5	14,7	33,5	48,2	48,2	0
0	13,0	32,0	45,0	45,2	— 2
0	13,7	32,3	46,0	46,1	— 1
5	15,2	34,0	49,2	49,1	+ 1
10	16,6	35,3	51,9	52,1	— 2
15	18,1	36,8	54,9	55,1	— 2
20	19,9	38,5	58,4	58,1	+ 3
20	19,8	38,5	58,3	58,5	— 2
15	18,4	37,0	55,4	55,5	— 1
10	17,0	35,6	52,6	52,5	+ 1
5	15,6	34,2	49,8	49,5	+ 3
0	13,9	32,5	46,4	46,5	— 1
0	11,0	33,0	44,0	44,0	0
5	12,5	34,6	47,1	47,0	+ 1
10	14,0	36,0	50,0	50,0	0
15	15,4	37,5	52,9	53,0	— 1
20	17,0	39,1	56,1	56,0	+ 1
20	17,0	39,0	56,0	55,9	+ 1
15	15,4	37,5	52,9	52,9	0
10	13,9	36,0	49,9	49,9	0
5	12,4	34,5	46,9	46,9	0
0	10,9	33,0	43,9	43,9	0

der anderen Reichel'schen Libellen haben eine ähnliche Regelmässigkeit konstatirt — von ganz vorzüglicher Konstruktion zu betrachten sind und einen weiteren Beweis von der besonderen Tüchtigkeit und Befähigung ihres Verfertigers geben.

Die Lagerung der eigentlichen Libellenröhre in ihrem Umhüllungsrohr wird in mannigfaltigster Art ausgeführt. Reichel wendet jetzt durchgehends eine Umhüllung beider Enden des Rohrs mit in Wachs getränkter Baumwolle an und bringt ausserdem an den Schlussflächen passende Korkstückchen an. Der Vorzug dieses Verfahrens gegen das sonst übliche — Lagerung auf je zwei Erhöhungen der inneren Fläche der Umhüllungsröhren und federnder Druck von oben her — dürfte hauptsächlich in der Verringerung des Zwanges des Umhüllungsrohrs gegen das Libellenrohr liegen und die Anwendung dieser Lagerung vorzugsweise überall da von hohem Werthe sein, wo es sich um Libellen der feinsten Gattung, welche möglichst stationär gebraucht werden, handelt.

In seinem Bestreben nach Herstellung von Libellen, die von den wechselnden Temperatureinflüssen möglichst unabhängig sind — eine einfache Berührung einer Libelle an einer Seite mit der Hand bringt bereits den Aether in Fluss und die Blase in Bewegung — hat Reichel eine Libelle mit doppelten Umhüllungsröhren konstruirt und hierbei eine sehr zweckmässige Lagerung angewandt. Die innere Röhre (Fig. 26), in welcher

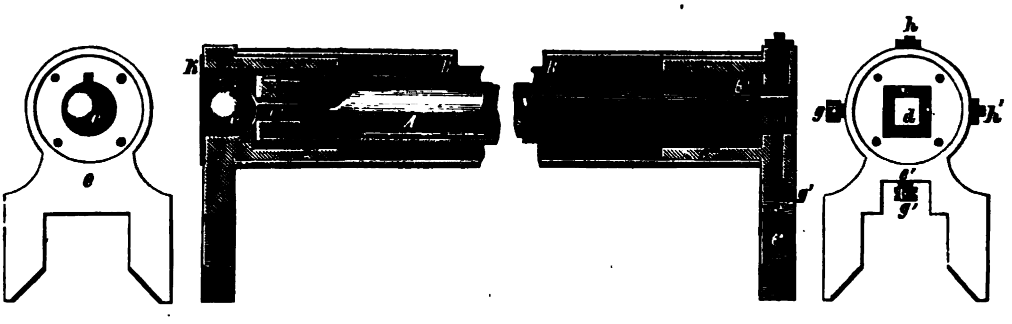


Fig. 26 (½ natürl. Gr.).

das Libellenrohr sich befindet, steht nämlich nur mit ihren beiden Enden und zwar einerseits mittels einer Kugel, andererseits mittels eines Vierkants mit dem äusseren Rohr in Berührung. Die in einer Zone lagernde Kugel und das zwischen Schraubenspitzen liegende Vierkant gestatten eine geringe Bewegung und zwar erstere senkrecht zur Libellenachse, letzteres in der Richtung derselben. Die Libelle kann so möglichst unabhängig von dem Zwang des äusseren Rohrs korrigirt werden.

Die innere Fassungsröhre, in welcher das Glasrohr A, die eigentliche

Libelle, in oben beschriebener Weise befestigt ist, wird an dem einen Ende durch den Stöpsel *b*, an dem andern Ende durch den Stöpsel *b'* geschlossen. In den Stöpsel *b* ist die Kugel *c* mit ihrem Schraubenzapfen *c'* fest eingeschraubt, in den Stöpsel *b'* der quadratisch prismatische Stahlkörper *d* mit seinem konischen Zapfen so befestigt, dass zwei seiner ebenen Prismenflächen horizontal liegen. Die Füsse *e* und *e'* sind mit ihren röhrenförmigen Ansätzen *e''* und *e'''* in die Enden der äusseren Röhre *B* gepasst und mit derselben in üblicher Weise verschraubt. In dom Fuss *e* ist ferner von der äusseren Seite eine zylindrische Vertiefung gedreht, die nach innen in einer Kugelzone *z* endigt, durch welche der Zapfen *c'* mit Spielraum hindurch geht, während die Kugel *c* gegen die Zone durch die von aussen vorgeschraubte federnde Platte *k* gedrückt wird. Zur Verhinderung der Drehung der inneren Fassungsröhre um ihre Achse ist endlich ein Stift bestimmt, welcher in die Kugel radial und rechtwinklig zur Achse der Libelle eingebohrt ist und zugleich in einen durch das Metall von *e* führenden passenden Schlitz greift. Zur Korrektur der Libellenachse gegen die Aufsatzflächen der Füsse sind die beiden die Achse der Röhre *B* rechtwinklig schneidenden Schrauben *g* und *g'* und die denselben entgegen wirkenden federnden Bolzen *h'* und *h* angebracht, welche direkt auf den Stahlkörper *d* wirken und beim Anziehen bezw. Loslassen diesen und somit das betreffende Ende der inneren Fassungsröhre heben bezw. senken. Um diese Neigung ausführen zu können, ist ein Spielraum zwischen den innern Wänden der Rohransätze *e''* und *e'''* und den Stöpseln *b* und *b'*.

Die ausserordentlichen Vorzüge dieser Konstruktion liegen auf der Hand. Durch die doppelte Umhüllung ist der schädliche Einfluss der oft schnell wechselnden Temperaturen möglichst aufgehoben. Sollte dieser Vortheil den einfachen Libellen gegenüber aber nicht illusorisch sein, so musste zu gleicher Zeit darauf Bedacht genommen werden, die innere Röhre von der äusseren möglichst zu isoliren. Dieses ist bei der vorliegenden Konstruktion in sehr sinnreicher Weise geschehen. Die innere Röhre steht nur mit ihren beiden Enden mit der äusseren in Berührung und ist zugleich so gelagert, dass die Libellenachse mittels der Stellschrauben *g* und *g'* in die erforderliche Lage gebracht werden kann. Diese Korrekturen sind bei genau angeordneter Lage des Stahlkörpers und korrekter Ausführung seiner prismatischen Gestalt, — was bei der bekannten präzisen Arbeit des Verfertigers als selbstverständlich angenommen werden kann — von einander unabhängig und die Röhren sind, da der hierbei veranlasste Reibungswiderstand verschwindend ist, durch den Druck der federnden Bolzen frei von gegenseitigem Zwang.

Auch Bamberg hat bei einigen der ausgestellten Instrumente (vergl. S. 24 u. 25) Libellen in doppelter Fassung verwendet. Ihre Konstruktion weicht von der Reichel'schen in einigen wesentlichen Punkten ab.

Die beiden Libellenfüsse *a* und a^1 (Fig. 27) sind in fester Verbindung

mit dem äusseren Fassungsrohr *b*, welches mit Tuch bezogen ist und einen passenden Holzgriff trägt. Das innere Fassungsrohr *d* liegt konachsial zu dem äusseren und endet auf der einen Seite in eine Stahlkugel *e*, auf der anderen Seite in ein vierseitiges Prisma *f* aus gehärtetem Stahl. Das Glasrohr *g* ist innerhalb dieser zweiten Fassung *d* in zwei zu beiden

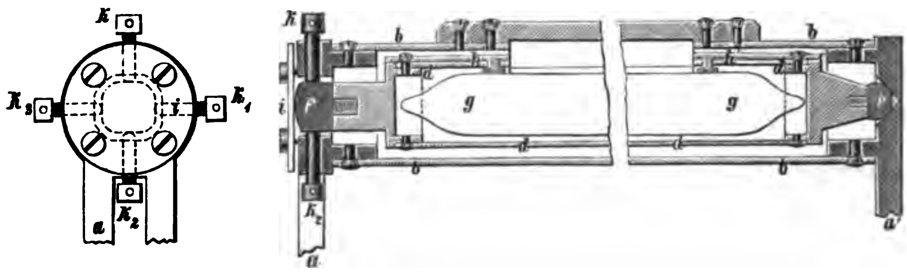


Fig. 27 ($^2/_3$ natürl. Gr.).

Seiten des Fassungsausschnittes befindlichen Stellen gelagert und zwar dergestalt, dass auf jeder Seite in 120° Abstand je 2 feste Auflagepunkte angebracht sind, während der dritte Punkt durch je eine leichte Feder *h* bezw. h^1 gebildet wird, welche das Glasrohr auf die festen Punkte niederdrücken. Gegen seitliche Drehung ist das Glasrohr durch aufgeleimte Lederstreifchen geschützt, auf welche die Federn mit flachen Spitzen drücken. Längsverschiebungen werden durch passend eingelegte Korkstückchen verhindert. Die Libellenfassung tritt mit ihrem Kugelende *e* in eine trichterförmige Vertiefung von *a'* und wird auf der anderen Seite bei *a* durch die Stahlplatte *i* gehalten, welche, durch 4 Schrauben angezogen, leicht gegen das sphärisch geschliffene Ende des Prismas *f* drückt. Die Korrektur der Libelle erfolgt durch die 4 Stellschrauben k, k_1, k_2, k_3, welche mit rundlichen Köpfen paarweise gegen das Stahlprisma *f* und zwar in gleichem Ausschnitt wirken.

Trotz grösster Vorsicht bei dem Transport wird es nicht zu vermeiden sein, dass die zu den geodätischen Feldarbeiten gebrauchten Instrumente öfters nicht unerheblichen Erschütterungen ausgesetzt sind. Hauptsächlich wohl um die nachtheiligen Einflüsse dieser letzteren möglichst unschädlich zu machen, scheint Bamberg die hier beschriebene Lagerung zwischen 4 festen Punkten und 2 Federn und ferner 4 Korrekturschrauben anstatt der Reichel'schen Lagerung in Baumwolle und der Anwendung von 2 Korrekturschrauben mit 2 entgegenwirkenden Federn gewählt zu haben. Diese Rücksichtnahme hat ihre vollkommene Berechtigung. Libellen, die bei

Triangulationen und Nivellements Verwendung finden, müssen eine besondere Festigkeit und Dauerhaftigkeit besitzen, sollen sie wirklich den an sie gestellten Anforderungen genügen.

D. Heliotrope.

In dem Bericht, welchen Prof. Helmert über die auf der Londoner internationalen Ausstellung von 1876 befindlichen Instrumente für höhere Geodäsie erstattet hat[1]), wird als bedauerlich hervorgehoben, dass auf dieser Ausstellung das Bertram'sche Heliotrop nicht vertreten war. In der That musste es auffallen, dass gerade dieses Instrument, welches durch die Einfachheit seiner Konstruktion und die Leichtigkeit seiner Handhabung bei voller Sicherheit der Wirkung alle anderen für geodätische Messungen angewendeten Signalisirungsapparate bei Weitem übertrifft, nicht einen Platz in jener Ausstellung gefunden hatte. Die Berliner Gewerbeausstellung zeigte uns nun ein solches Heliotrop, allerdings nicht vollständig in der ursprünglichen von Bertram gegebenen Konstruktion, sondern mit einigen kleinen Aenderungen versehen, welche sich durch die Praxis als wünschenswerth herausgestellt haben. Wenn nun auch dieses Instrument wiederholt beschrieben worden ist — vergleiche namentlich Jordan, Handbuch der Vermessungskunde, II, 63 — so dürfte es doch wohl angezeigt sein, das von Bamberg ausgestellte, mit kleinen Aenderungen versehene Bertram'sche Heliotrop näher zu beschreiben.

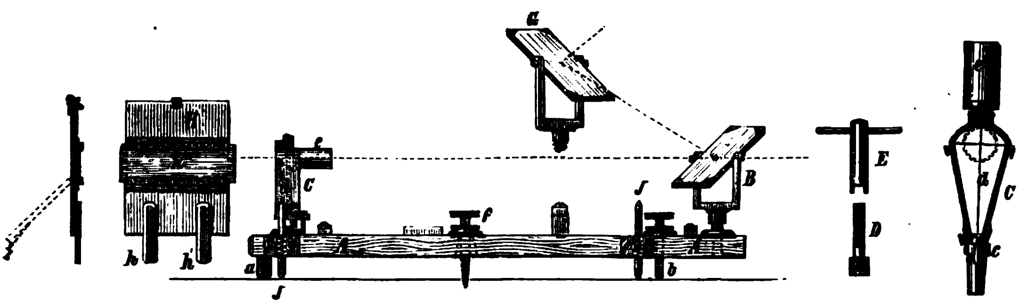


Fig. 28 ($^1/_8$ natürl. Gr.).

Ein Eichenholzbrett *A* (Fig. 28) von 52,5 cm Länge, 10 cm Breite und 2 cm Dicke trägt nahe an der einen schmalen Seitenkante 2 kurze Eisenfüsse *a*; ein dritter Auflagepunkt wird gebildet durch die Elevationsschraube *b*,

[1]) Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876, herausg. von A. W. Hofmann, Braunschweig 1878, 168.

welche ihr Gewinde in einer mit dem Brett *A* fest verbundenen Messingmutter hat und das Brett um einige Grade zu heben und zu senken gestattet. In entsprechende Messingbuchsen lassen sich auf das Brett aufstecken bei *B* das Okulardiopter, welches zugleich den Leuchtspiegel bildet, und bei *C* das Objektivdiopter mit der Leuchtröhre.

Der Leuchtspiegel *B* hat eine quadratische Fläche von 8,2 cm Seite und liegt in einer leichten Metallfassung, welche sich zwischen den Spitzschrauben eines Rahmens um eine horizontale und mit dem konischen Zapfen des Rahmens, mit welchen er im Brett *A* steckt, um eine vertikale Achse drehen lässt. Im Kreuzungspunkte beider Achsen befindet sich in der Spiegelfassung ein Loch von reichlich 1 mm Durchmesser, welches als Okulardiopter dient; zentrisch zu demselben ist der Spiegel gleichfalls mit einem kreisrunden Loch von 8 mm Durchmesser versehen. Der längliche nach oben breite Rahmen *C* endet unten in einen konischen Zapfen, mit welchem er in das Brett eingesteckt wird. Ein kleiner zylindrischer Stellstift *c* verhindert eine seitliche Drehung. In dem Rahmen ist ein Fadenkreuz *d*, welches durch Schräubchen gehalten wird und leicht erneuert werden kann. Auf den Rahmen ist ein Scharnier aufgeschraubt, um das sich die Leuchtröhre *e* auf- und niederklappen lässt. Dieselbe besteht aus einem dünnen Messingrohr von 40 mm Länge und 20 mm Weite, welche nach dem Leuchtspiegel zu offen, am anderen Ende verschlossen ist. Die innere Abschlussfläche des Rohres ist mit mattem, weissem Papier beklebt und genau zentrisch durchbohrt; die Durchbohrung von ungefähr 1 mm Weite fällt genau mit der Visirlinie zusammen, welche durch das Okularloch bei *B* und den Kreuzungspunkt der Fäden bei *d* geht; ist die Leuchtröhre hochgeklappt, wie in der rechts von der Hauptzeichnung gegebenen Darstellung, so ist das Objektivdiopter vollständig frei.

In der Mitte zwischen den 3 Fusspunkten des Brettes *A* ist dieses durchbohrt zur Aufnahme der frei hindurchgehenden Achsenschraube *f*, welche in die Holzunterlage mittels eines Holzschraubengewindes eingeschraubt werden kann und dem Instrument als Vertikalachse, dann aber auch durch die auf der Schraube *f* laufende Mutter zum Befestigen auf der Unterlage dient, wenn Azimuth und Höhe eingestellt sind.

Um eine Sicherheit dafür zu erhalten, dass der Heliotropist stets das Instrument auf den ihm bezeichneten Punkt aufstellt, wird das Heliotrop bei den eigentlichen Messungen, wenn es sich also nicht blos um Anleuchten u. s. w. handelt, niemals mit seiner Schraube *f* direkt auf die Unterlage geschraubt. Es wird vielmehr der Leuchtpunkt stets durch einen in die Unterlage eingeschraubten bezw. eingegossenen Metallbolzen bezeichnet, welcher oben in ein Schraubengewinde endigt und in seiner Kopffläche eine kleine, in seiner Achse liegende zylindrische Ausbohrung trägt.

In das Schraubengewinde wird die im Heliotropenkasten befindliche

stählerne Leuchtachse D mittels des dazu passenden Schlüssels E festgeschraubt und dann das ganze Instrument durch Aufsetzen der Mutter der Schraube f auf D und Anziehen dieser Mutter befestigt.

An der einen Kante des Brettes A befinden sich endlich 2 Oesen zur Aufnahme der beiden an den Enden zugespitzten Stahlzylinder J. Diese werden, nachdem das Heliotrop genau gerichtet, auf die Unterlage gedrückt, und die hierdurch entstehenden Marken erleichtern die Wiederaufstellung des Instruments.

Der höchst einfache Gebrauch des Heliotropes ist folgender:

Zuerst wird die Leuchtachse D festgeschraubt und der Heliotrop übergesetzt; hierauf wird der Leuchtspiegel B nahezu normal zur Visirlinie gestellt und bei C die Leuchtröhre e hochgeklappt. Jetzt wird, indem man durch das Okularloch bei B über den Kreuzungspunkt der Fäden bei d hinvisirt, durch Drehen und Heben oder Senken des Brettes A derjenige Punkt anvisirt, welcher Licht erhalten soll, und dann das Brett durch die Mutter von f befestigt. Hierauf wird die Visirröhre e heruntergeklappt und der Spiegel so gedreht, dass die von der Sonne reflektirenden Lichtstrahlen in der Richtung nach dem Objektivdiopter geworfen werden. Da das Zentrum des Spiegels B durchbohrt ist, so kann dieses Zentrum nicht reflektiren. Das Heliotrop wird demnach genau gerichtet sein, wenn sich in der Mitte der Leuchtröhre in Folge der Durchbohrung von B ein runder Schatten zeigt. Die Aufgabe des Heliotropisten besteht dann nur darin, diesen Schatten auf dieser Stelle zu erhalten. Er überzeugt sich hiervon von Zeit zu Zeit und erreicht dasselbe durch entsprechendes Klopfen an den Spiegel. Steht die Sonne so, dass das Lichtbild nicht in die erforderliche Richtung geworfen werden kann, so wird ein zweiter etwas grösserer und nicht durchbohrter Spiegel G seitwärts aufgestellt und so das Licht von diesem nach dem Spiegel B geworfen. Bei geringen Entfernungen wird es endlich erforderlich werden, das Lichtbild abzuschwächen. Hierzu dient der Blechrahmen H, welcher mit seinen 2 Ansätzen h und h^1 in entsprechende an dem Objektivende von A angebrachte Falze gesteckt werden kann und in der Mitte einen Längsausschnitt hat, in welchen ein zur Verdunkelung bestimmtes grünes Glas h'' geschoben wird. Durch dieses grüne Glas sowohl als auch durch Verdunkelung des Lichtbildes in vorher verabredeten Pausen u. dgl. ist zugleich eine Zeichensprache zwischen dem messenden Geodäten und dem Heliotropisten ermöglicht.

Das Bertram'sche Heliotrop unterscheidet sich von dem hier beschriebenen hauptsächlich nur durch eine andere Konstruktion des Objectivdiopters und durch das Fehlen der Leuchtachse D nebst Zubehör. Die Vorzüge der letzteren Einrichtung sind bereits oben erwähnt worden. Die jetzige Gestalt des Diopters — bisher bestand dasselbe nur aus einem massiven Ständer, auf welchem die mit einem Fadenkreuz versehene und an dem Objektivende mit einem Deckel zu verschliessende Leuchtröhre

horizontal befestigt wird — bietet den grossen Vortheil eines hauptsächlich nach unten erweiterten Gesichtsfeldes.

E. Kreistheilungsuntersucher.

Schliesslich ist noch über ein Instrument zu berichten, welches durch seine Bestimmung und eigenartige Konstruktion die besondere Aufmerksamkeit vieler für geodätische Instrumente sich Interessirenden auf sich gezogen hat. Es ist das von Wanschaff für die trigonometrische Abtheilung der Landesaufnahme konstruirte Instrument zur Untersuchung von Kreistheilungen.

Bekanntlich werden bei den Winkelbeobachtungen die regelmässigen Kreistheilungsfehler dadurch zu eliminiren gesucht, dass jeder Winkel in verschiedenen Kreislagen gemessen wird. Neben diesen Fehlern sind aber noch in jedem getheilten Kreise unregelmässige oder zufällige Theilungsfehler vorhanden, welche, da dieselben durch wiederholte Einstellung der Objekte nicht entfernt werden können, von grossem Einfluss auf die Güte der Resultate sind. Entgegen der früheren Annahme hat sich nämlich in der neuesten Zeit in Folge eingehender, gründlicher Untersuchungen (vergl. Zeitschrift für Vermessungswesen 1879, Band VIII: Schreiber, Richtungsbeobachtungen und Winkelbeobachtungen. 118 u. ff.) gezeigt, dass „bei Instrumenten erster Ordnung der unregelmässige Theilungsfehler ein sehr bedeutender, wenn nicht der grössere Theil des Totalfehlers einer unter günstigen Umständen gemachten Beobachtung —" ist. Es ist deshalb um so mehr von Interesse, die Güte der Kreistheilung festzustellen. Dieses ist ohne ein besonderes hierzu konstruirtes Instrument nur dadurch ausführbar, dass Objekte mittels des Fernrohrs in zweckmässiger Anordnung eingestellt und die dann sich ergebenden Ablesungen der Winkelmessungen auf der Kreistheilung in Rechnung gezogen werden. Die hierdurch gewonnenen Resultate können aber, da die Beobachtungen vom Wetter und von der Einstellung im Fernrohr abhängig und ausserdem immer nur in beschränkter Anzahl vorzunehmen sind, nicht vollständig befriedigen. Es entstand somit der Wunsch, ein Instrument zu besitzen, welches geeignet ist, zu jeder Zeit und mit grösstmöglicher Genauigkeit Untersuchungen von Kreistheilungen ausführen zu können. Das ausgestellte Instrument soll diesen Zweck erfüllen:

Die Einrichtung desselben ist der einer Kreistheilmaschine ohne Reisserwerk ähnlich. Es besitzt 4 bei künstlicher Beleuchtung zu gebrauchende Mikroskope, die mit Leichtigkeit auf 4 beliebige, paarweise um 180° von einander abstehende Theilstriche des zu untersuchenden Kreises eingestellt werden können.

Der untere unbewegliche Kreis *a* (Fig. 29) trägt mittels 4 Ständer

2 Schienen, auf denen sich die 4 zur grösseren Bequemlichkeit des Beobachters mit gebrochenen terrestrischen Okularen versehenen Schraubenmikroskope von etwa sechzigfacher Vergrösserung verschieben und für jede Kreisgrösse bis 42 cm Durchmesser einstellen und festklemmen lassen. Um

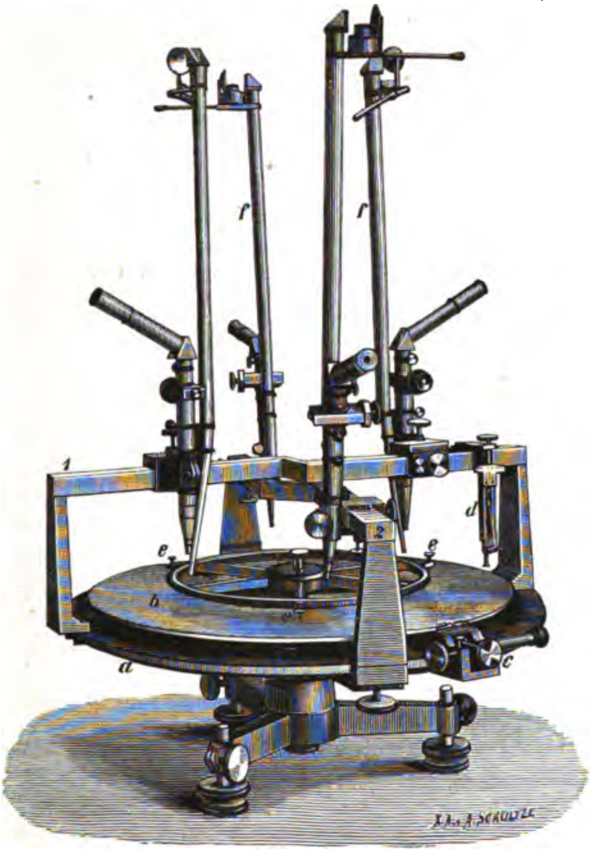


Fig. 29.

auch die seitliche Einstellung mit Genauigkeit bewirken zu können, sind die Schlitten, mittels derer die Mikroskope verschoben werden, mit einer Einrichtung versehen, die eine auf den Radius senkrechte feine Verschiebung ermöglicht. Von den Schienen ist die mit 1 bezeichnete fest, während die mit 2 bezeichnete mit ihren unterhalb des Kreises *a* verbundenen Ständern um die Achse des Instruments drehbar und feststellbar ist, so dass die Mikroskope der Schienen 1 und 2 unter jeden Winkel zu ein-

ander gebracht werden können. Letzterer wird mittels eines an einem der beweglichen Ständer angebrachten Index und einer auf dem Kreise *a* befindlichen Theilung eingestellt.

Um die Mikroskope bis zu den kleinsten Intervallen einander nähern zu können, sind diejenigen der Schiene 1 senkrecht zur Kreisebene angebracht, während die der Schiene 2 nach aussen geneigt sind und es so ermöglichen, sie den Mikroskopen der Schiene 1 so weit zu nähern, dass schliesslich ein und derselbe Theilstrich durch je zwei Mikroskope eingestellt werden kann.

Zur Aufnahme des zu untersuchenden Kreises dient ein zweiter drehbarer, mit Klemme *c* und Einrichtung zur feinen Einstellung versehener Kreis *b*. Das Zentriren wird durch Zentra bewirkt, welche in jeder Grösse aufeinanderfolgend dem Instrument beigegeben sind und auf einen Zylinder aufgesteckt werden können, der sich in die mit genau zentrischem Loch versehene Achse einschieben lässt und durch beständig gleichen Federdruck niedergehalten wird, so dass dadurch dem Kreise seine zentrische Lage, soweit es eben für die Untersuchung mit gegenüberliegenden Mikroskopen erforderlich ist, angewiesen wird. Um die Theilungsebene in eine zur Achse des Instrumentes rechtwinklige Lage bringen zu können, dient ein mit Elfenbeinanlage versehener an die Schienen anzuklemmender Fühlhebel *d* und 3 in der Höhe verstellbare Unterlagen *e*. Die Beleuchtung endlich geschieht durch 4 mit den Mikroskopen verbundene Beleuchtungsröhren *f*, durch welche von oben her mittels Lampen, Hohlspiegel und Reflexionsprismen das Licht auf die zu beobachtenden Stellen der Kreistheilung gelenkt wird. Es führt demnach ein jedes Mikroskop das zur Beleuchtung nöthige Licht mit sich.

Da das Instrument erst kurz vor dem Beginn der Ausstellung fertig gestellt wurde, so konnten noch keine abschliessenden Untersuchungen über die Verwendbarkeit und Güte desselben angestellt werden. Soweit dieselben aber stattfanden, haben sie ergeben, dass das Instrument in allen seinen Theilen zweckmässig konstruirt und vorzüglich ausgeführt ist.

II. Geodätische Instrumente mit besonderer Berücksichtigung der in der Ingenieurpraxis angewandten.

Berichterstatter:
Dr. R. Doergens, Prof. an der technischen Hochschule zu Berlin.

In der Entwickelungsgeschichte der geodätischen und astronomischen Instrumente ist die Erfindung des Fernrohrs und des Mikroskops nicht blos deshalb von hoher Bedeutung, weil durch diese beiden Instrumente die Grenze unseres edelsten Sinnes und dadurch unsere Kenntniss der Natur auf eine so wunderbare Weise erweitert wurde, sondern vornehmlich deshalb, weil dieselben zu der Vervollkommnung der eigentlichen Winkelmessinstrumente die unmittelbare Veranlassung wurden. In Folge der schärferen Visuren, welche man mit dem Messfernrohre, im Gegensatze zu den bis dahin ausschliesslich angewandten Dioptern, zu nehmen im Stande war, musste man darauf bedacht sein, die bestimmte Stellung der Achsen des Instruments, die Bewegungen des Fernrohrs um diese Achsen, sowie die Ablesungen an den getheilten Kreisen in sicherer und genauerer Weise zu ermöglichen. Noch im Laufe des 17. Jahrhunderts, des Jahrhunderts der Erfindung des Fernrohrs, gelangten in Folge dessen zwei höchst wichtige Bestandtheile der geodätischen Instrumente, der Nonius und die Röhrenlibelle, zur Anwendung, denen sich im Laufe der Zeit weitere wichtige Verbesserungen in Bezug auf die Horizontalstellung, die grobe und feine Bewegung der Achsen u. s. w. anreihten. Für die weitere Vervollkommnung der geodätischen Instrumente war die Errichtung besonderer Werkstätten behufs deren Herstellung, sowie die Fortschritte in anderen Zweigen der Technik, insbesondere der Glasbläserei, der Giesserei, der Verarbeitung der Metalle, der Herstellung von Werkzeugmaschinen und von Theilmaschinen von grosser Wichtigkeit. Die Theilung der Arbeit behufs Herstellung einzelner Instrumententheile mit grösster Präzision ist auch hier wie in so vielen anderen Gebieten der Industrie mit grossem Erfolg eingeführt worden. Die Zusammensetzung der Instrumente, sowie deren Justirung wird sich wohl vorläufig nicht fabrikmässig betreiben lassen, sondern Sache des denkenden und erfahrenen Künstlers bleiben.

Die Anwendungen, welche alle geodätischen Instrumente erfahren, können in zwei Gruppen getheilt werden.

1. Sie können gebraucht werden zur Messung der auf der Erdoberfläche abgesteckten Längen und Winkel, wobei die Resultate entweder durch Zahlen oder graphisch dargestellt werden.

In dieser Weise machen die Katastergeometer sowie die sogen. Trigo-

nometer und die Topographen der Landesaufnahme ausschliesslich von den geodätischen Instrumenten Gebrauch.

2. Sie können gebraucht werden, um Längen und Winkel, welche aus den ad 1 erhaltenen Resultaten durch Rechnung oder auf graphischem Wege ermittelt worden sind, auf das Feld zu übertragen, d. h. abzustecken.

Nach beiden Richtungen macht der Wasser-, Wege- und Eisenbahnbauingenieur von den geodätischen Instrumenten Gebrauch. Denn der Zweck des Aufnehmens und Nivellirens ist, eine Darstellung der Bodenfläche, auf welcher das projektirte Werk des Ingenieurs ausgeführt werden soll, zu geben, und der Zweck des Absteckens ist, auf dem Erdboden die Anlage des projektirten Werkes zu bezeichnen als Vorbereitung zu dessen Ausführung. In derselben Weise benutzt auch der Separationsfeldmesser, der Forstgeometer, der Kulturtechniker die geodätischen Instrumente. Man pflegt die letzteren in Instrumente für höhere und niedere Geodäsie einzutheilen. Diese Eintheilung erscheint aus dem Grunde überflüssig, weil sich eine bestimmte Grenze zwischen höherer und niederer Geodäsie nicht ziehen lässt. Ausserdem wird durch diese Eintheilung ein prinzipieller Unterschied in der Konstruktion der Instrumente nicht begründet. Dagegen bedingt der Gebrauchszweck bestimmte Einrichtungen und Anordnungen. Ein mit exzentrischem Fernrohr versehener, mit einem Kollimationsfehler und Fehler der horizontalen Achse behafteter Theodolit z. B. eignet sich wohl zur Messung von Horizontalwinkeln, ist indessen zum Abstecken unbrauchbar. Handelt es sich darum, von einem Gebirgsrücken aus nach den beiden Abhängen hin zwei Signale mit dem Aufstellungsorte in eine und dieselbe Vertikalebene zu bringen, so kann dies nur mit einem fehlerlosen Theodoliten geschehen, dessen Fernrohr überdies zentrisch angeordnet sein muss.

Wenn früher wohl die Ansicht verbreitet war, dass die für technische Zwecke zu verwendenden Instrumente weniger genau sein können, als die für trigonometrische Landesvermessungen und Präzisionsnivellements bestimmten, so muss diese Annahme gegenwärtig, in Folge der erhöhten Forderungen der Ingenieurwissenschaften, als unzutreffend bezeichnet werden. Die Ermittelung der wahrscheinlichsten Richtungen der Gotthardtunnelachse von den Endpunkten Airolo und Göschenen aus hat beispielsweise die Anwendung ganz vorzüglicher Instrumente zur Nothwendigkeit gemacht.

In dem nachfolgenden Berichte ist die Beschreibung der von Bamberg und Wanschaff für die trigonometrische Abtheilung der Landesaufnahme gelieferten Instrumente unterblieben, weil diese in dem vorhergehenden Bericht ausführlich behandelt worden sind. Aus ähnlichem Grunde ist auch die Berichterstattung über die für die Marine bestimmten Reflexionsinstrumente, insbesondere die Spiegelsextanten hier unterlassen worden.

A. Instrumente zum Abstecken bestimmter Winkel.

Solche Instrumente, insbesondere zum Abstecken rechter Winkel, als Winkeltrommeln, Winkelspiegel, Winkelprismen, Bauernfeind'sche Prismenkreuze waren in grosser Anzahl ausgestellt, u. a. von Amuel, Bandermann, Bonsack, Meissner und Sprenger.

Die Winkeltrommeln waren sämmtlich von zylindrischer oder prismatischer Form. Für den Gebrauch derselben in kupirtem Terrain ist die nach oben sich verjüngende Form vorzuziehen, weil sie steilere Visuren gestattet. Winkeltrommeln, zur Messung beliebiger Horizontalwinkel bis auf etwa 4 bis 5 Minuten geeignet, bestehend aus einem festen, mit einem getheilten Rande versehenen und einem gegen diesen drehbaren, einen Nonius tragenden Zylinder von gleichem Durchmesser, waren gleichfalls ausgestellt. Breithaupt (Kassel) hat dieses einfache Instrument verbessert, indem er den unteren Zylinder durch einen Kreis mit schrägem Limbus ersetzt. Auf diesem Kreise, und zwar um den Mittelpunkt desselben, ist der mit Diopter und Nonius versehene Zylinder drehbar. Mitunter werden solche Trommeln, statt mit einer einfachen Hülse, mit einer Nussvorrichtung oder gar mit einer Dreifussvorrichtung mit Dosenlibelle und Bussole versehen; in dieser Form eignen sie sich zu Stationirungen von untergeordneter Bedeutung. Indessen stellt sich der Preis dann so hoch, dass sich die Anschaffung eines Theodoliten mehr empfiehlt.

Die Winkeltrommel eignet sich nicht zum Fällen, sondern nur zum Errichten von Lothen, wie dies auf Bauplätzen, beim Kurvenabstecken von der Tangente aus u. s. w. erforderlich wird. Dagegen sind die beiden optischen Instrumente Winkelspiegel und Winkelprisma für beide Zwecke gleich gut geeignet. Ausserdem haben dieselben den Vortheil, dass sie einer festen Unterstützung nicht bedürfen. Diese beiden Instrumente, insbesondere das Winkelprisma, haben indess nur sehr langsam allgemeinere Anwendung gefunden, obgleich sie lange genug bekannt sind. (Der Winkelspiegel, ein spezieller Fall der Anwendung des Newton'schen Gedankens, wurde zuerst 1791 von dem englischen Optiker George Adams dem Jüngeren als eine Erfindung seines Vaters beschrieben; das Winkelprisma wurde von Bauernfeind im Jahre 1851 angegeben.) Es mag die angedeutete Nichtbeachtung ihren Grund darin haben, dass gegen Reflexionsinstrumente überhaupt ein gewisses Vorurtheil besteht. Von dem Douglas'schen Reflektor z. B., einem insbesondere für militärische Aufnahmen geeigneten, leicht transportablen Instrument, mit welchem sich die Winkel bis auf 1 bis 2 Min. genau messen lassen, wird verhältnissmässig wenig Gebrauch gemacht.

Mit dem Winkelspiegel kann selbst in nicht ganz ebenem Terrain ein Loth bis auf etwa 3 Min. genau abgesteckt werden, d. h. so genau, dass

in einer Distanz von 100 m die Abweichung 10 cm nicht erreicht; es ist dies eine Genauigkeit, welche mit der Winkeltrommel nicht erzielt werden kann; Spiegellineale[1]) zum Abstecken bestimmter und zum Messen beliebiger Winkel hatte Clément ausgestellt. Von den verstellbaren Winkelspiegeln, sogen. Arkographen, ist beim Kurvenabstecken Gebrauch gemacht worden. (Vergl. u. a. Deutsch. Bauztg. 1875, 22.) Ein solches Instrument hatte Sprenger ausgestellt.

Vor dem Winkelspiegel hat das Winkelprisma den Vorzug der Unveränderlichkeit; der Querschnitt eines solchen Prismas soll ein gleichschenklig rechtwinkliger, die Kanten des Prismas sollen parallel, die Flächen eben sein. Die strenge Erfüllung dieser Anforderungen ist mit grossen technischen Schwierigkeiten verknüpft, die sich mit der Grösse des Prismas steigern. Dem entsprechend stellt sich auch der Preis hoch. Für den vorliegenden Zweck ist eine Genauigkeit bis auf 2 Min., welche sich leicht erreichen lässt, vollkommen genügend. Dagegen ist für alle die Prismen, in welche man nicht mit dem blossen Auge, sondern mittels eines Fernrohrs hineinsieht (wie z. B. bei dem Spiegelprismenkreise, bei verschiedenen Entfernungsmessern) eine grössere Genauigkeit erforderlich. Der Mechaniker hat ein vorzügliches optisches Mittel, zu untersuchen, ob eine polirte Fläche eben oder gekrümmt ist. Er stellt ein Fernrohr scharf auf ein Objekt ein, dessen Spiegelbild in der Fläche wahrzunehmen ist, dann richtet er das Fernrohr auf das Spiegelbild selbst. Erscheint das Bild ebenso scharf wie das Objekt, so ist die Fläche eben, ist aber eine Verschiebung des Okularauszuges erforderlich, so ist die Fläche gekrümmt. Mechanisch lässt sich die Fläche mittels eines Fühlhebels untersuchen.

Für den Gebrauch des Prismas zum Abstecken rechter Winkel ist es erforderlich, dass die Hypotenusenebene sich spiegelnd verhält, dass sie also entweder versilbert oder mit Amalgam belegt ist. In Bezug auf die konstante Ablenkung wird dasselbe genau so wie der Winkelspiegel in der bekannten Weise im Felde geprüft. Bei einem Prisma, dessen Hypotenusenebene unbelegt ist, lässt sich nach Reusch (Pogg. Ann. Bd. 93, 115) die Untersuchung des rechten Winkels mit hinreichender Genauigkeit in folgender Weise ausführen: Durch die Hypotenusenebene betrachte man das Bild seines Augensterns (oder auch das Bild einer Münze), erscheint letzterer vollkommen rund, so ist der rechte Winkel vorhanden, ist das Bild linsenförmig, so ist der Winkel grösser als 90°, und besteht das Bild aus 2 Segmenten, die grösser als Halbkreise sind, so ist der Winkel kleiner als 90°. Eine insbesondere für die Prüfung der sogen. Pyramidalfehler wichtige Eigenschaft des Prismas (die übrigens allen gleichschenkligen Prismen zukommt) ist die, dass es sich für alle der Hypotenusenebene parallel einfallenden Strahlen wie ein Planglas verhält. Findet hierbei die Reflexion

---

[1]) Vergl. Hartner, Handbuch der niederen Geodäsie, 5. Aufl., 202.

in der Mitte der Hypotenusenebene statt, so verhält sich das Prisma wie ein Planglas, welches von senkrechten Strahlen getroffen wird, d. h. in diesem Falle wird das Licht bei seinem Durchgange durch das Prisma, trotz der zweimaligen Brechung und einmaligen Reflexion, in seiner Richtung nicht geändert, und die Objekte erscheinen genau an der Stelle, an welcher sie sich befinden. (Hierauf gründet sich die Anwendung des gleichschenkligen Prismas als Dipleidoskop.)

Das zum Abstecken rechter Winkel dienende Prisma in das Gehäuse einzukitten, ist unzweckmässig. Es empfiehlt sich, wie dies von Meissner geschieht, das Prisma auf der Bodenplatte des Gehäuses in drei Spitzen zu unterstützen und oben durch eine mit einer Schraube versehene Zwinge zu halten. In derselben Weise werden auf Veranlassung von Prof. Neumayer die beiden das Bauernfeind'sche Prismenkreuz bildenden Prismen befestigt. Korrektionsschrauben sind nicht vorhanden. Die richtige Lage bleibt durch die Art der Befestigung gesichert.

Die Prismen werden jetzt allgemein nach der neueren Angabe von Bauernfeind (Elem. der Vermessungskunde V. Aufl. Bd. 1, 173) so kombinirt, dass 2 Kanten des einen Prismas die Verlängerungen zweier des andern bilden. Auf diese Weise ist die Benutzung der beweglichen und der festen Bilder beim Einrichten in eine gerade Linie möglich und es lässt sich diese Kombination ausserdem noch dazu anwenden, den Fusspunkt eines auf die gegebene Richtung gefällten Lothes zu finden.

Die Anwendung des Winkelprismas bei Messinstrumenten ist eine ausserordentlich mannigfache: als Ablesungsprisma bei dem sogen. prismatischen Kompass und dem Schmalkalderschen Höhenmesser, ferner bei dem sogen. prismatischen Okular mit seitlicher Verschiebung, bei dem gebrochenen Fernrohr, bei dem terrestrischen Prismenokular von Dove, einer Kombination von 2 Prismen, deren Hypotenusenebenen senkrecht zu einander und parallel zur Achse des Fernrohrs liegen, wodurch das was links sich befindet rechts, und das was unten liegt oben erscheint (Abhdlgn. der Berl. Akad. d. Wissens. 1851), bei dem Spiegelprismenkreise von Pistor u. Martins, bei dem auf dem Prinzip des Spiegelsextanten beruhenden Entfernungsmesser von Boettcher (Deutsch. R.-Patent No. 5453), bei dem, namentlich zum Aufnehmen von Querprofilen geeigneten Handnivellirfernrohr von Wm. J. Young u. Sons in Philadelphia u. s. w. Es ist vorgeschlagen worden, das Prisma selbst in Verbindung mit einem Lothe als Nivellirinstrument zu benutzen (vgl. Deutsch. Bauztg. 1874, 181). Auch als Zeitermittelungsinstrument, als sogen. Dipleidoskop, lässt sich das Prisma anwenden. Das zuerst von dem Londoner Uhrmacher Dent (1844) angegebene Dipleidoskop besteht bekanntlich aus einem 60°-Winkelspiegel, dessen offene Seite mit einem Planglase geschlossen ist, so dass die drei Flächen ein gleichseitiges Prisma bilden. Befindet sich nun eine der Spiegelflächen im Meridian, so sieht das Auge, welches von der Seite her parallel

zur andern Spiegelfläche blickt, gegen Mittag zwei Sonnenbilder (das eine entstanden durch Reflexion an der Glasplatte, das Andere entstanden durch doppelte Reflexion an beiden Spiegeln), die sich im Moment des wahren Mittags decken. Bei einem gleichschenkligen Prisma findet ein ähnlicher Vorgang statt, wenn dessen Grundfläche mit dem Meridian übereinstimmt. Das direkt gesehene Sonnenbild fällt mit dem im Prisma erscheinenden zusammen, sobald die Sonne im Meridian sich befindet.

Eine sehr hübsche Anwendung des gleichschenklig rechtwinkligen Prismas hat Bonsack bei seinem Zielkontrolapparat (Deutsch. R.-Patent No. 6725) gemacht. Zwei Prismen berühren sich in den unbelegten Hypotenusenebenen. Diese Prismenkombination wird vor das Visir des Gewehrs gebracht und zwar so, dass die Hypotenusen mit der Ziellinie nicht einen Winkel von 45°, sondern von etwa 60° bilden. Die beiden Prismen wirken in dieser Stellung wie ein Planglas und sind für den Schützen so gut wie nicht vorhanden. Der zur linken Seite des Schützen stehende Kontrolirende sieht in der Hypotenusenebene des dem Visir zunächst liegenden Prismas, in Folge totaler Reflexion, das Bild von Visir, Korn und Objekt und kann also genau beurtheilen, ob der Schütze richtig zielt. Ein mit einem solchen Apparate montirtes Infanteriegewehr M. 71 war gleichfalls ausgestellt. Der Hauptvorzug dieses Apparats vor anderen ähnlichen besteht darin, dass es möglich ist, die Ziellinie direkt zu kontroliren, während bei dem in der Armee seither benutzten Mieg'schen Apparate, mittels eines unter 45° gegen die Achse des Gewehrs gestellten Planspiegels, eine mit der Ziellinie künstlich hergestellte Parallele kontrolirt wird.

Prismen zum Abstecken von 45°, sowie Prismenkreuze zum Abstecken von Winkeln von 45° und 90° hatten Sprenger sowie Schmidt & Haensch ausgestellt. Durch diese Prismen wird die direkte Messung der Ordinaten entbehrlich. Dieselben werden indirekt und zwar auf der Abscissenachse gemessen. Dies ist namentlich bei der Vermessung von schwer zugänglichen Ufern von Vortheil.

B. Instrumente zum Messen von Horizontal- und Vertikalwinkeln.

Unter den Winkelmessinstrumenten: Bussole, Messtisch und Theodolit, nimmt der letztere die erste Stelle ein. Die Bussole hat für den Feldmesser und Ingenieur nicht mehr die Bedeutung, welche sie früher hatte. Die älteren Feldmesser waren gewohnt von dem der Aufnahme einer Feldmark zu Grunde gelegten Dreiecksnetz nur die Seiten, nicht aber die Winkel zu messen, im Gegensatz zu dem heutigen Verfahren, bei dem sämmtliche Dreieckswinkel und nur eine einzige als Basis dienende Seite gemessen werden. Nach dem älteren Verfahren wurde erst bei der Kartirung die Richtigkeit bezw. Brauchbarkeit der Messung festgestellt. Die

Kartirung selbst wurde, ohne Zuhülfenahme der Koordinaten der einzelnen Punkte, lediglich durch Konstruktion der Dreiecke aus den drei Seiten, unter Anwendung des zum Bogenschlagen ganz ungeeigneten Stangenzirkels, bewirkt. Bei diesem graphischen Verfahren war eine Trennung der Messungsfehler von den durch das Zeichnen selbst hervorgerufenen Fehlern ganz unmöglich. Die Fehler wurden nach Gutdünken vertheilt und es kam dieser willkürlichen Fehlervertheilung der kleine Maassstab, in dem die Flurkarten gezeichnet zu werden pflegten (in dem Maassstabe 1 : 3000 bis 1 : 5000 sind die meisten Separationskarten gezeichnet worden) besonders gut zu statten. Nach dem heutigen Verfahren wird die Richtigkeit bezw. Brauchbarkeit der Dreiecksmessung vor Beginn der Kartirung, ohne Rücksicht auf den für die Karte bestimmten Maassstab, durch Aufstellung der für das Netz möglichen Winkel- und Seitengleichungen rechnungsmässig festgestellt. Es findet eine systematische Vertheilung der zulässigen Fehler statt, so dass allen Bedingungsgleichungen Genüge geschieht. Die Koordinaten der Dreieckspunkte werden berechnet und es ist auf diese Weise das Auftragen eines jeden Dreieckspunktes unabhängig von allen andern möglich. Auch die Ermittelung des Flächeninhaltes des Dreiecksnetzes erfolgt nicht, wie es früher geschah, durch Berechnung des Flächeninhaltes der einzelnen Dreiecke, sondern aus den Koordinaten der Dreieckspunkte. Das genannte Triangulationsverfahren findet bei Katastervermessungen jetzt allgemein Anwendung. Es ist das grosse Verdienst des General-Inspektors des Katasters Gauss, diese exaktere Methode eingeführt zu haben. Dass für solche Messungen die Bussole, mit welcher sich Winkel bis auf etwa $^1/_4{}^0$ genau bestimmen lassen, unzureichend ist, liegt auf der Hand. Ebensowenig ist der Messtisch hierfür geeignet. Aber auch die Aufnahme der die Dreieckspunkte verbindenden Polygonzüge, welche früher nur mit der Bussole stattfand, geschieht jetzt mit dem Theodoliten. Auch bei Polygonmessungen soll die Brauchbarkeit der Messung durch Rechnung dargethan werden und die Vertheilung der Fehler nach bestimmten Gesetzen erfolgen. Nur ausnahmsweise, bei Forstvermessungen, ist der Gebrauch der Bussole gestattet. Eine für solche Zwecke geeignete Fernrohrbussole hatte Sprenger ausgestellt. Für nautische Zwecke und ebenso für wissenschaftliche Reisen ist die Bussole ein unentbehrliches Instrument.

Der im Anfange des 17. Jahrhunderts angeblich von Prof. Praetorius in Altdorf erfundene Messtisch wird vorzugsweise zu topographischen Aufnahmen, die bekanntlich in sehr kleinem Maassstabe (1 : 25000) entworfen werden, benutzt. Bei Katastervermessungen ist die Anwendung des Messtisches nicht gestattet, für tacheometrische Aufnahmen ist er mehrfach vorgeschlagen und auch angewandt worden. Einen Messtisch mit Kippregel (Fig. 30 und 31), wie er bei der topographischen Abtheilung der Landesaufnahme eingeführt ist, hatte Sprenger ausgestellt. Der Kopf

6*

(Fig. 30) ist von recht stabiler Konstruktion mit langer Achse. Der Teller ruht noch ausserdem mit einem Hohlkegel auf der Buchse des Dreifusses, wodurch die Stabilität erhöht wird. Die feine Einstellung geschieht durch eine sogen. Integralschraube, eine Schraube mit einem Rechts- und einem

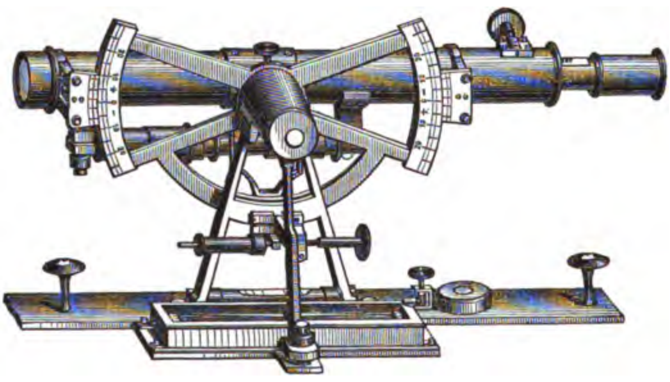


Fig. 31.

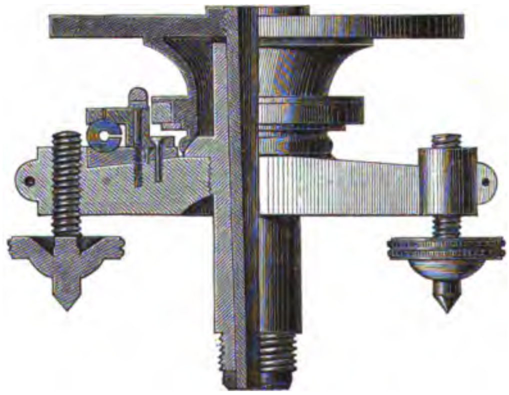


Fig. 30.

Linksgewinde. Die Messtischplatte selbst ist von Holz. Platten von mattgeschliffenem Glas scheinen noch selten angewendet zu werden. Solche Spiegeltafeln von 1/2 Zoll Dicke wurden bei der Aufnahme von Wien benutzt und waren 1867 von Ritter v. Streffleur in Paris ausgestellt. Die zu dem Messtisch gehörige modifizirte Breithaupt'sche Kippregel[1]) (Fig. 31) be-

[1]) v. Rüdgisch, der Breithaupt'sche Normal-Menselapparat, Kassel 1874.

sitzt ein Fernrohr mit 30maliger Vergrösserung, zum Durchschlagen eingerichtet. Zum Ablesen des Doppelhöhenbogens sind Nonien vorhanden, welche eine Ablesung bis auf 1 Minute gestatten. Der Bock und die Buchse für die Fernrohrachse sind aus einem Stück gegossen. Das Fernrohr hat eine Reversionslibelle, um direkt nivelliren zu können. In dem Okularkopf befinden sich die Distanzfäden, welche durch Verstellung des Kollektivs justirt und dann durch eine Hülse, welche von aussen aufgeschraubt wird, gegen äussere Einflüsse vollständig geschützt werden. Zum Einstellen dient ein Dosenniveau auf dem Lineal und zur feineren Einstellung eine Röhrenlibelle am Fusse des Bockes. Eine Orientirbussole befindet sich gleichfalls auf dem Lineale; sie ist mit Doppeltrieb versehen, um die Nadel recht behutsam auf die Spitze des Stifts bringen zu können.

Meissner hatte auch eine sogen. dänische Kippregel ausgestellt. Dieselbe ist ausser Gebrauch gekommen.

Was die Anwendung des Messtisches zu tacheometrischen Aufnahmen betrifft, so könnte, da man von dem Stand der Arbeiten in jedem Moment unterrichtet ist, aus diesem Grunde der Messtischtacheometrie vor der Theodolittacheometrie der Vorzug gegeben werden. Vom praktischen Standpunkt aus ist die letztere vorzuziehen, weil sie rascher von statten geht, nicht die vielen Unbequemlichkeiten hat, die Messtischaufnahmen mit sich bringen, und weil die Feldarbeit von der Hausarbeit vollständig getrennt werden kann. Ein Hauptvortheil des Theodolittacheometers ist der, dass man die Resultate in Zahlen erhält, nach welchen jeder Zeit eine Neukonstruktion der Aufnahme gemacht werden kann, während die Messtischresultate nur auf dem vergänglichen Zeichenpapier haften.

Theodolite für geodätische und astronomische Zwecke waren ausgestellt von Bamberg, Bonsack, Meissner, Sprenger, Wanschaff. Die Entwickelung der Theodolite fällt in die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts und zwar waren es die Engländer (besonders Ramsden), die das Instrument ausbildeten, in dem sie die von Tycho de Brahe bereits verwendete Kombination eines mittels Fussschrauben horizontal zu stellenden Kreises und eines vertikalen drehbaren Quadranten nicht allein mit Fernröhren, sondern auch mit Mikroskopmikrometern versahen, also mit derjenigen Einrichtung, welche man in der neuesten Zeit wieder anwendet, um die genauesten Instrumente herzustellen. An den 1876 im South-Kensington-Museum ausgestellten Theodoliten von Ramsden mit dreifüssigen, bezw. 1½ füssigen Horizontalkreisen konnte man alle diejenigen Einrichtungen wahrnehmen, mit denen man gute Instrumente dieser Art jetzt versieht. In Deutschland vervollkommneten insbesondere Brander, Reichenbach und später Pistor & Martins den Theodoliten.

Für die Konstruktion des Theodoliten sind in erster Linie die Bedingungen maassgebend, denen die Achsen (vertikale und horizontale Dreh-

achse, sowie optische Achse) genügen müssen, wenn das Instrument zum Messen von Horizontal- bezw. Vertikalwinkeln brauchbar sein soll, dann aber ist die Konstruktion bedingt durch den speziellen Zweck, den man mit der Anwendung des Instrumentes verbindet. Es ist ersichtlich, dass die für den Feldgebrauch bestimmten Theodolite verhältnissmässig stärker gebaut sein müssen, als die stationären Instrumente. Für astronomische Theodolite ist die exzentrische Anordnung des Fernrohrs erforderlich, während für Feldmesstheodolite die zentrische Lagerung desselben zweckmässiger ist. Für Katastervermessungen ist der Vertikalkreis und demnach auch die in der Richtung der Projektion der Visur liegende empfindliche Libelle entbehrlich, da es sich hier nur um genaue Messung von Horizontalwinkeln handelt. Für die sich auf den Wege-, Eisenbahn- und Wasserbau beziehenden Vorarbeiten ist die Kenntniss der Höhenverhältnisse des Bauterrains von grosser Wichtigkeit. Die Höhenunterschiede werden in der Situation durch die sogenannten Horizontalkurven angegeben, welche man aus den im Felde ermittelten Höhen meist auf dem Wege der graphischen Interpolation ableitet. Für die Ermittlung der horizontalen Distanzen und relativen Höhen verschiedener Objekte von einem gegebenen Standpunkte aus wird der Theodolit geeignet, wenn dessen Fernrohr ein distanzmessendes und wenn gleichzeitig ein Vertikalkreis vorhanden ist, mit dem die Neigungen der unmittelbar gewonnenen Distanzen gegen den Horizont des Beobachters bestimmt werden können. Ein so eingerichteter Theodolit ist von Moinot speziell für Eisenbahnvorarbeiten konstruirt und Tacheometer genannt worden.

Das Vorhandensein einer mit dem Fernrohr verbundenen Libelle ist nicht erforderlich, aber manchem Beobachter erwünscht. Für tacheometrische Messungen ist eine solche Libelle sehr zweckmässig. Das Instrument dient dann als Nivellirinstrument, wenn die horizontale Visirlinie noch die Distanzlatte trifft, die Höhenlage des Punktes also ohne Rechnung gefunden werden kann. Für genaue Nivellements empfiehlt es sich nicht, den Theodoliten in dieser Weise zu gebrauchen.

Reichel hat ein Instrument ausgeführt, welches als eine sehr zweckmässige Kombination von Theodolit und Nivellirinstrument anzusehen ist. Das Fernrohr eines Umlegeniveaus mit Aufsatzlibelle und Theilkreis ist in der Mitte zwischen beiden Trägern mit einem Fernrohr so verbunden, dass die optischen Achsen sich rechtwinklig schneiden. Für dieses letztere Fernrohr bildet also das erstere die horizontale Drehachse. Ein Instrument von derselben Konstruktion ist in „Hunaeus, Geometrische Instrumente“, 407, beschrieben.

Bei Universalinstrumenten werden statt der Nonien Schraubenmikroskope angewandt, welche eine genauere Ablesung gestatten, aber viel theurer sind und auch viel leichter Beschädigungen erleiden. Für Feldmesstheodolite sind Nonien genügend, da die genaue Zentrirung, die sorg-

fältige Handhabung des Instruments, die senkrechte Stellung der Signale u. s. w. weit mehr die Güte der Arbeit beeinflussen als das genaue Ablesen. Zur Senkrechtstellung der vertikalen Achse reicht bei Feldmesstheodoliten eine mit der Alhidade verbundene Dosenlibelle aus, bei feineren Instrumenten ist eine auf den Zapfen der horizontalen Achse ruhende Röhrenlibelle erforderlich.

Die von Bamberg, Bonsack, Sprenger und Wanschaff ausgestellten Universalinstrumente sind im wesentlichen mit der bekannten Konstruktion von Pistor & Martins übereinstimmend.

Wanschaff hatte ein Instrument zur Untersuchung getheilter Kreise von 8 bis 42 cm Durchmesser ausgestellt. Die Einrichtung (vgl. S. 74) ist der einer Kreistheilmaschine ähnlich, deren Reisserwerk durch vier bei künstlicher Beleuchtung zu gebrauchende Schraubenmikroskope mit ungefähr 60facher Vergrösserung ersetzt ist, die mit Leichtigkeit auf 4 beliebige, paarweise um 180° verschiedene Striche eingestellt werden können und zur grösseren Bequemlichkeit beim Beobachten mit gebrochenen terrestrischen Okularen versehen sind.

Das Sprenger'sche Universalinstrument zeichnet sich durch eine sehr solide Bauart aus. Horizontal- und Vertikalkreis, letzterer von

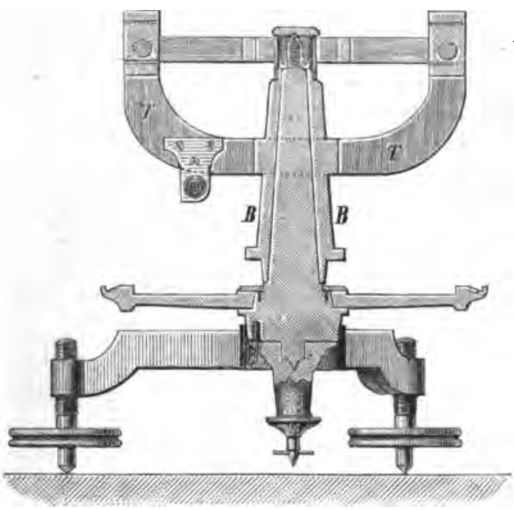


Fig. 32 (1/3 natürl. Gr.).

Aluminium, haben einen Durchmesser von 17 cm. Die beiden Mikroskope für jeden Kreis geben 10 Sekunden Ablesung. Fig. 32 giebt eine Skizze des Unterbaus, Fig. 33 eine Ansicht des ganzen Instruments. Buchse *B*

und Träger *T* sind in einem Stück gegossen und derartig konstruirt, dass die Last möglichst auf der Mitte ruht. Die Fernrohrachse *H* geht in einem Ringlager, in einem vollständig isolirten, aus einem Stück gegossenen Bock, welcher durch eine Stahlachse mit dem Träger verbunden und auf der



Fig. 38 (1/3 natürl. Gr.).

anderen Seite durch Schrauben gehoben und gesenkt werden kann. Die Konstruktion ist neu und spannungsfrei. Die Aufsatzlibelle (5 Sekunden) befindet sich in doppelter Glasumhüllung. Sämmtliche Theile sind vollständig abbalanzirt. Die Mikroskopmikrometer unterscheiden sich von den Pistor & Martins'schen insofern, als die zur Bewegung des Schlittens dienende Mikrometerschraube mit 2 Gewinden, einem Rechts- und einem

Linksgewinde, versehen ist, für welche das eine Muttergewinde in dem Schlitten, das andere dagegen in der Wandung des Kastens sich befindet. Die Mikroskope geben in der Ablesungssumme ohne Weiteres das arithmetische Mittel der Ablesungen.

Das Bonsack'sche Universalinstrument ist mit unwesentlichen Abweichungen mit dem von Pistor & Martins übereinstimmend. Die Kreise sind auf der selbstthätigen Präzisionskreistheilmaschine des Verfertigers in $\frac{1}{12}$ Grade getheilt. Die Mikroskope gestatten eine Ablesung bis auf 2 Sekunden. Das Fernrohr hat eine Brennweite von 52 cm und ist mit 2 Okularen nach Ramsden versehen, mit 40- bezw. 75facher Vergrösserung.

Ebenfalls von Bonsack war ein astronomischer Theodolit, speziell für Forschungsreisende bestimmt, ausgestellt. Beide Kreise des Instruments sind in $\frac{1}{3}$ Grade getheilt. Die Nonien (je zwei für jeden Kreis) geben 20 Sekunden an. Das gebrochene Fernrohr hat 27 cm Brennweite. Das Instrument bietet trotz seiner geringen Grösse ausreichende Genauigkeit für Beobachtungen auf Reisen. Die Afrikareisenden Major von Mechow, Dr. Buchner und der vor Kurzem wieder hierher zurückgekehrte Ingenieur Schütt haben Instrumente von dieser Konstruktion auf ihren Reisen benutzt.

Die Konstruktion des von Bonsack ausgestellten Repetitionstheodoliten weicht von den bisher üblichen Konstruktionen nicht ab. Das Fernrohr ist zum Distanzmessen eingerichtet und es lässt sich auf diese Weise das Instrument zu tacheometrischen Messungen benutzen. Bemerkenswerth ist die Einrichtung des Okularkopfes des Fernrohrs. Die beiden verstellbaren, die Distanz bestimmenden Horizontalfäden können durch eine mit Randtheilung und Index versehene Mikrometerschraube gleichmässig vom Mittelfaden entfernt bezw. demselben genähert werden, je nachdem es sich um Messung geringer oder grosser Entfernungen handelt. Aus einer beigegebenen Tabelle kann unmittelbar der Faktor entnommen werden, mit dem man die bei einer bestimmten Stellung der Fäden zwischen diesen erscheinenden Lattentheile zu multipliziren hat, um die Distanz zu erhalten.

Bonsack ist, soviel dem Refer. bekannt, der einzige Mechaniker hier am Platze, welcher sich mit der Herstellung von photogrammetrischen Apparaten befasst, u. a. ist der von dem Feldphotographie-Detachement 1870 benutzte photogrammetrische Apparat in Bonsack's Werkstatt nach Meydenbauer's Angaben gefertigt worden. Es ist sehr zu bedauern, dass kein derartiger Apparat ausgestellt, dass überhaupt die Photogrammetrie nicht vertreten war.

Bei dem 8 zölligen Meissner'schen Repetitionstheodoliten (Fig. 34 bis 38) ist die Konstruktion des Vertikalachsensystems von besonderem Interesse. Bei der bisherigen Einrichtung bildet der durchbohrte Zapfen des Limbus das Lager für den Alhidadenzapfen. Hierbei sind die beiden

Kreise vollständig abhängig von einander und es hat seine grossen Schwierigkeiten die Zapfen richtig zu zentriren, d. h. ihre Achsen zum Zusammenhalten oder mindestens in eine zu einander parallele Lage zu bringen. Wenn es auch, wie Helmert in der Zeitschrift für Vermessungswesen 1876, 296 u. ff., gezeigt hat, möglich ist, den Einfluss des Nichtparallelismus der beiden Achsen auf die Repetitionsmessung durch Senkrechtstellung der Limbusachse (nicht der Alhidadenachse) unschädlich zu machen, so bleibt doch die Abhängigkeit der beiden Kreise von einander ein Nachtheil der bisherigen Einrichtung. Das Bestreben der Mechaniker ging dahin, die Kreise unabhängig von einander anzuordnen. Bei der von Dennert & Pape getroffenen Anordnung ist zu diesem Zwecke die ver-

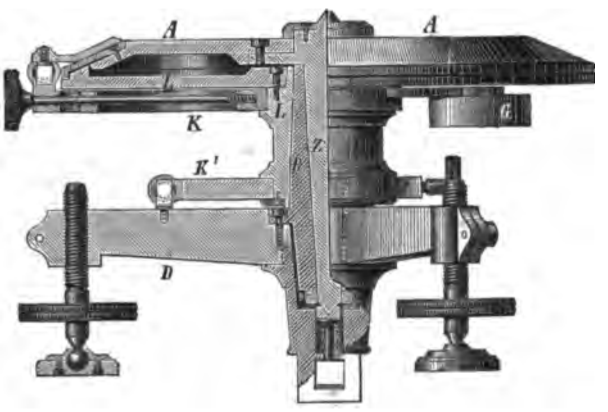


Fig. 34 (1/3 natürl. Gr.).

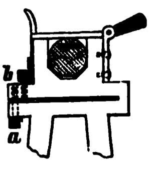


Fig. 37.

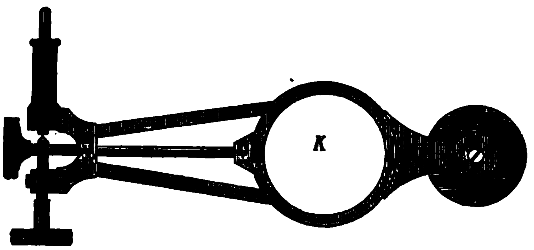


Fig. 35.

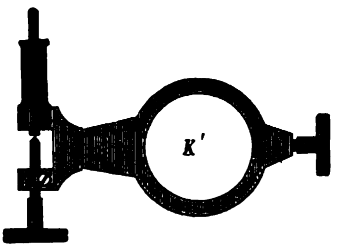


Fig. 36.

tikale Achse des Limbus durch eine zur Alhidadenachse normale Ebene ersetzt. Die Anwendung dieser horizontalen Umdrehungsebene hat eine bedeutende Reibung zur Folge, eine Entlastung wie bei einem Konus ist nicht möglich.

Von Meissner und auch von Sprenger ist die Konstruktion des Vertikalachsensystems in folgender Weise ausgeführt worden: In die mit dem Dreifuss fest verbundene Zentralbuchse *B* (Fig. 34) ist der Alhidadenzapfen von Stahl *Z* genau eingepasst. Auf die äussere, konisch gestaltete Fläche der Zentralbuchse ist die mit dem Theilkreis fest verbundene Buchse *L* genau aufgepasst. Auf diese Weise sind die beiden Kreise unabhängig von einander und es wird nicht wie früher der Limbuszapfen durch das nicht unbedeutende Gewicht des Oberbaues belastet. Die Entlastung des Alhidadenzapfens wird durch eine Spiralfeder bewirkt, dagegen ist die Entlastung der Limbusbuchse nicht erforderlich. Die bisher üblichen Schleifklemmen sind durch die zweckmässigeren Zentralklemmen *K* und *K'* (Fig. 35 und 36) ersetzt, welche direkt gegen die Limbusbuchse wirken. Die grössere Klemme *K* ist durch ein Gewicht *G* abbalanzirt. Das mit der Libelle *L* versehene Fernrohr *F* dieses Theodoliten (siehe Fig. 38, a. folg. S.), hat eine Brennweite von 14 Zoll und ist zum Durchschlagen eingerichtet. Die Achslager sind nach der in Fig. 37 gegebenen Skizze angeordnet; die Höhenkorrektur wird durch die Schrauben *a* und *b* ausgeführt. Die mit dem Träger verbundene Libelle *L'* dient zum Einstellen der vertikalen Achse. Die Fussschrauben ruhen mittels Kugeln in Fussplatten. Zum Zwecke der genauen Zentrirung lässt sich das Instrument auf dem Stativ um etwa 4 bis 5 cm nach allen Richtungen hin und her verschieben.

Bei den 5 kleineren, in gleicher Weise konstruirten Repetitionstheodoliten von Meissner ist die Konstruktion des Oberbaues bemerkenswerth. Der Horizontalkreis dieser Instrumente hat 6 Zoll, der Vertikalkreis 4 Zoll Durchmesser. Die Theilungen sind in Silber ausgeführt. Die beiden Nonien des Horizontalkreises, dessen Theilung im übrigen durch den Alhidadenkreis verdeckt ist, geben 30 Sekunden. Der am Vertikalkreise befindliche Nonius giebt eine Minute. Das mit Libelle versehene Fernrohr hat eine Brennweite von 12 Zoll und ist zum Durchschlagen eingerichtet. Der Träger für das Fernrohr ist aus einem Stück von Rothguss hergestellt uud zeichnet sich, bei geringem Gewicht, durch besondere Stabilität aus. Hierdurch wird das Instrument besonders für den Feldgebrauch geeignet. Die Lager sind aufgeschraubt. Die Korrektur der Lagerhöhe geschieht in der bereits angegebenen Weise. Der drehbare Höhenkreis liegt innerhalb des Fernrohrträgers. Die Stellung des den Nonius tragenden Armes kann durch eine Schraube (*A* in Fig. 39, S. 93) mit gegenüberliegender Feder leicht korrigirt werden. Hierbei wird die zentrische Lage des Nonius nicht geändert, während bei der Korrektion von Nonien, die zwischen Spitzen aufgehängt sind, (sogen. Klappennonien) eine exzentrische Lage eintreten kann. Innerhalb des Fernrohrträgers befindet sich auch der mit einem Arme versehene feststellbare Klemmring für die Aenderung der Lage des Fernrohrs in vertikaler Richtung. Die Aenderung selbst wird durch eine Mikrometerschraube

mit gegenwirkender Spiralfeder erreicht. Zur Einstellung der vertikalen Achse dient eine Dosenlibelle.

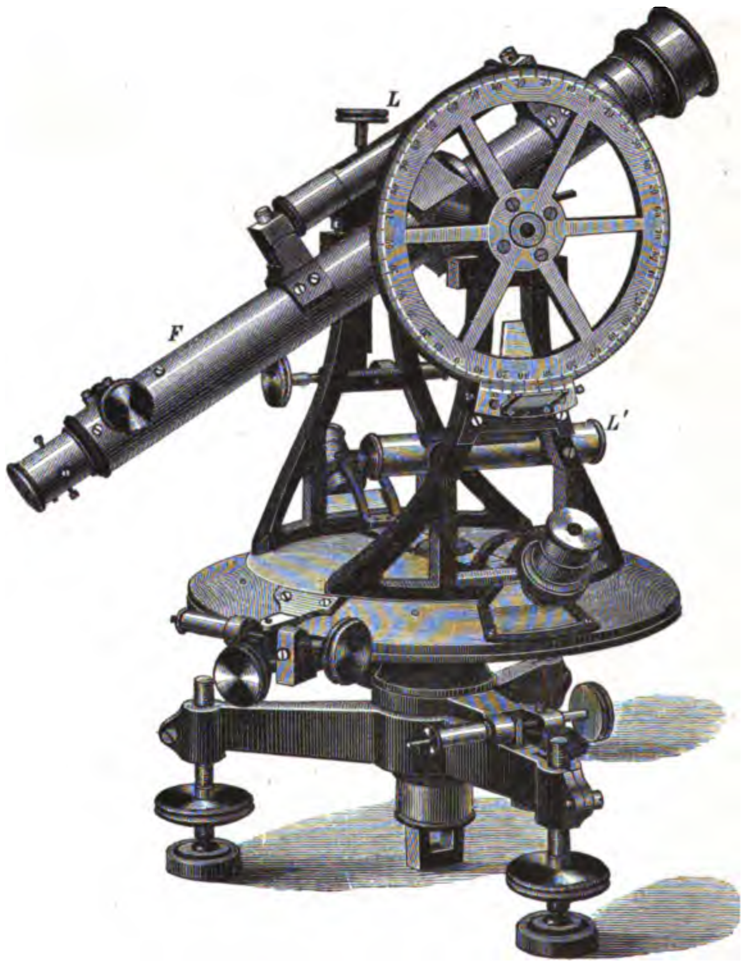


Fig. 38 (1/3 natürl. Gr.).

Eins dieser Instrumente ist als Tacheometer in der von Moinot angegebenen Weise eingerichtet worden (vergl. „Levés de Plans à la Stadia, par J. Moinot.“ 3. Edition. Paris 1877). Zu dem Ende ist, wie die Ansicht des Instruments in Fig. 39 erkennen lässt, unterhalb des Theilkreises eine kleine Bussole *B* von eigenthümlicher Einrichtung (vergl. die Detailzeichn. in Fig. 40, S. 94) angebracht. Sie besteht aus einem

horizontal liegenden Messingzylinder, in welchem die mit aufgebogener Spitze versehene Magnetnadel *m* in bekannter Weise unterstützt ist. Der Zylinder ist an dem einen Ende mit einer getheilten Glasplatte geschlossen,

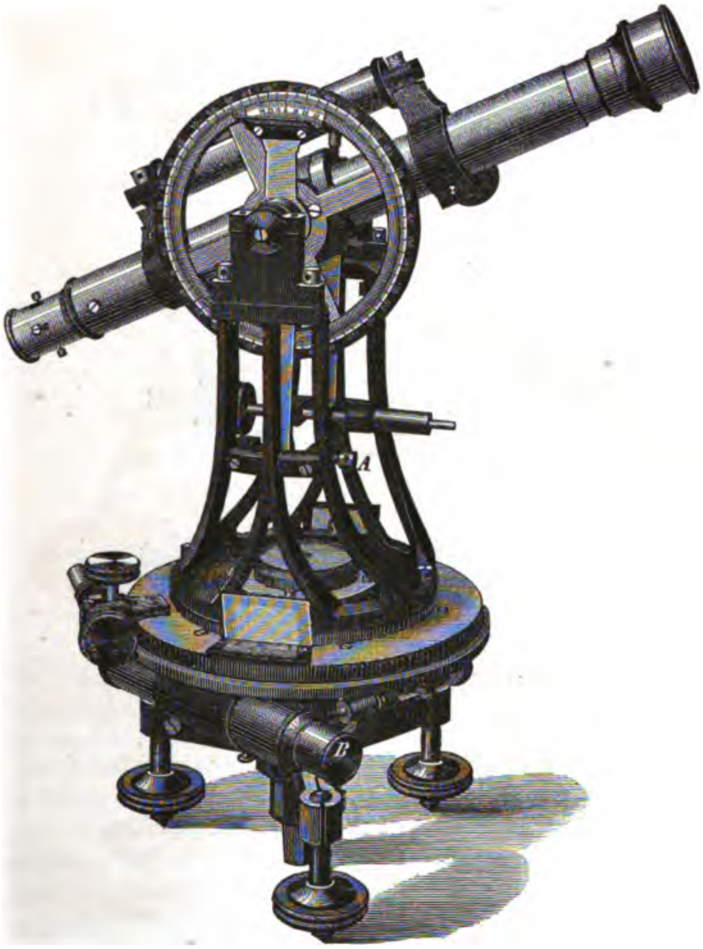


Fig. 89 (1/3 natürl. Gr.).

an dem andern befindet sich ein kleines Okular *O*, um das Spiel der aufgebogenen Nadelspitze beobachten zu können. Diese Bussole, deren Nullrichtung mit der des Horizontalkreises übereinstimmen soll, ist für die Kontrole der Winkelmessung und die Koordinatenberechnung sehr zweckmässig. Das Fernrohr wird, vorausgesetzt dass die Uebereinstimmung der Nullrichtungen

vorhanden ist, die Richtung des magnetischen Meridians haben, sobald die Ablesung am Horizontalkreise 180 bezw. 270° ist. Nur behufs dieser Orientirung des Instruments ist der Horizontalkreis drehbar, der Theodolit also als Repetitionstheodolit konstruirt. Das Fernrohr dieses Tacheometers ist ein Porro'scher Distanzmesser. Fig. 40 stellt den Unterbau eines ebensolchen

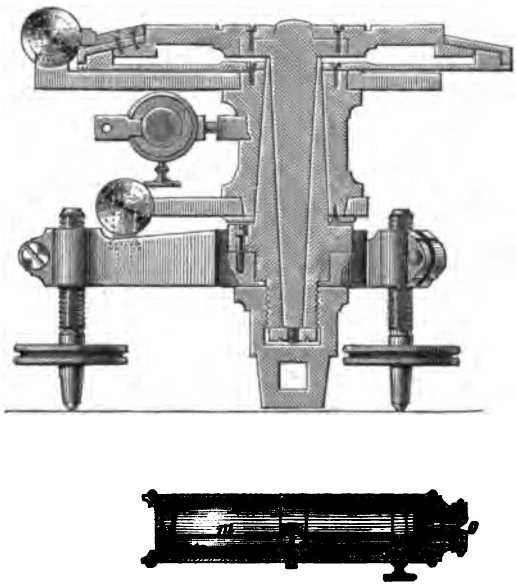


Fig. 40 (1/3 natürl. Gr.).

von Sprenger ausgestellten Tacheometers dar. Auch hier ist der Fernrohrträger als Bock in einem Stück gegossen. Die mit dem Fernrohr verbundene Libelle ist eine Reversionslibelle. Das Fernrohr selbst ist, wie das des Bonsack'schen Tacheometers ein Reichenbach'scher Distanzmesser.

Die von Bamberg ausgestellten Feldmesstheodolite unterscheiden sich in mehrfacher Beziehung von den üblichen Konstruktionen. Der Oberbau derselben ist sehr niedrig und kann deshalb das für die Winkelmessung nothwendige Durchschlagen des zentrisch angeordneten Fernrohrs nur mittelbar durch Herausnehmen desselben aus den Lagern geschehen. Es ist nicht zu leugnen, dass durch diese Anordnung die Stabilität erhöht wird, da ein Angriff des Vertikalachsensystems, namentlich bei windigem Wetter, nicht so leicht möglich ist, wie bei einem hohen Oberbau, allein dieses mittelbare Durchschlagen des Fernrohrs, zumal im Felde, ist eine die Schnelligkeit der Winkelmessung nicht gerade fördernde Operation, auch ist eine Verunreinigung der Lager durch Staub u. s. w. unvermeidlich. Das Fernrohr exzentrisch

anzuordnen ist deshalb nicht empfehlenswerth, weil ein solcher Theodolit sich nicht zu Absteckungen eignet. Die Höhenkreise der Bamberg'schen Theodolite sind mit Klappennonien zwischen Spitzen versehen. Diese Einrichtung hat, wie schon oben erwähnt, den Nachtheil, dass bei einer etwaigen Korrektion der Nonien durch das Verschieben eine exzentrische Lage derselben eintreten muss. Die Horizontalkreise sind ohne Repetition, doch ist bei einzelnen Instrumenten der Horizontalkreis drehbar, damit an verschiedenen Stellen der Theilung abgelesen werden kann, ohne die Fussschrauben zu verändern. Bamberg wendet bei den Fernrohren nur Okulare nach Ramsden an. Bei dem durch die Fig. 41 u. 42 (a. folg. S.) dargestellten Feldmesstheodoliten mit Horizontalkreis von 14,5 cm ruht der mit nach unten ausgeschweiften Armen versehene Dreifuss *D* auf 3 stählernen Stellschrauben. In der Mitte befindet sich ein zylindrischer, mit Gewinde versehener Ansatz, der in eine zentrische Stahlspitze ausläuft. Das Gewinde dient zur Aufnahme des Federstengels *F*, mittels dessen das auf dem Stativkopf verschiebbare Instrument festgeklemmt werden kann. Die Stahlspitze dient zum Zentriren desselben. Mit dem Dreifuss durch Schrauben fest verbunden ist der ganz aus Stahl gearbeitete, konisch gestaltete Vertikalzapfen *Z*. Auf einem zylindrischen Ansatz des unteren Theiles des Zapfens dreht sich das um seine Mitte balanzirende Klemmstück, welches die Mikrometerschraube und das Federhaus mit der der Schraube entgegenwirkenden langen Spiralfeder für die Horizontalfeinstellung und die Klemmschraube *K* zum Festklemmen an den Zapfen trägt. Ueber der Horizontalklemme befindet sich der Horizontalkreis *L* von 14,5 cm Theilungsdurchmesser mit schrägem Silberlimbus. Klemm- und Mikrometerwerk stehen in gar keiner Verbindung mit dem Kreis. Dieser bleibt vollständig unberührt und ist um seine Achse mit geringer Reibung drehbar. Auf diese Weise ist es möglich, bei einer einmaligen Aufstellung des Instruments denselben Winkel an verschiedenen Stellen des Kreises zu messen. (Repetitionsbeobachtungen lassen sich damit nicht ausführen.) Es ist für diese Einrichtung durchaus erforderlich, dass der Kreis sowohl, wie die sehr knapp an die Theilfläche anstossenden Nonien genau zentrirt sind, da sonst sehr leicht ein Mitnehmen des nur durch Reibung gehaltenen Kreises beim Drehen der Alhidade möglich ist. Dem Refer. erscheint diese Einrichtung für Feldmesstheodolite nicht zweckmässig. Es ist nicht anzunehmen, dass die genaue Zentrirung bei einem Instrument, welches fortwährend transportirt wird, sich dauernd erhält, ausserdem ist das Eindringen von Staub in die kleinen Zwischenräume zwischen den Nonien und dem Theilkreise unvermeidlich. Die hierdurch hervorgerufene Reibung kann aber möglicherweise eine Veränderung der Stellung des Kreises beim Drehen der Alhidade zur Folge haben. Eine Vergrösserung der erwähnten Zwischenräume würde andererseits das Ablesen erschweren.

Die auf der Stahlachse sich drehende Rothgussbuchse trägt am

unteren Ende die Alhidade, welche den Kreis so vollständig überdeckt, dass nur noch der untere Rand hervorsteht. An den zwei gegenüber liegenden Stellen, wo die mit dem Limbus in einer Kegelfläche lie-

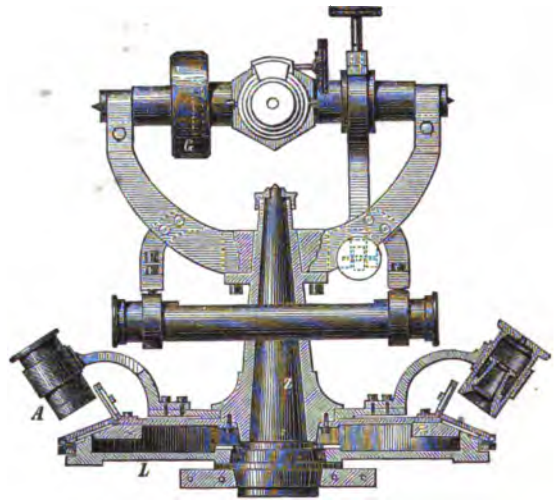


Fig. 42 (1/3 natürl. Gr.).

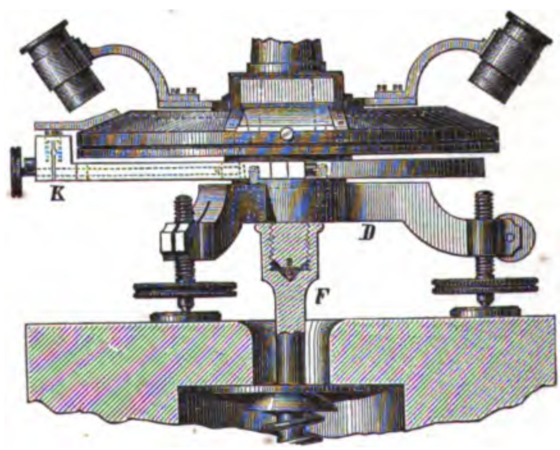


Fig. 41 (1/3 natürl. Gr.).

genden Nonien angebracht sind, ist die Alhidade durchbrochen und mit Glasfenstern versehen, durch welche die Nonien mittels dreh- und verschiebbaren 10fach vergrössernden Doppellupen A abgelesen werden können. Die

Alhidade trägt das Mitnehmerstück, gegen welches Feder und Mikrometerschraube des Mikrometerwerks der Horizontalklemme *K* wirken. Ueber der Mitte der Buchse ist auf einem Flansch der bogenförmige Fernrohrträger festgeschraubt. Die Lager für die Fernrohrachse sind zylindrisch ausgeschliffen und so abgesetzt, dass jeder Zapfen auf 2 Stellen ruht, deren Mitten ungefähr 50° von einander abstehen. Ueber die Lager greifen Scharnierklappen, die gleichfalls zylindrisch ausgeschliffen sind und mit Federdruck niedergehalten werden. Die Lager sind in vertikaler Richtung nicht verstellbar, sondern so ausgeschliffen, dass die Drehachse horizontal liegt, wenn die vertikale Achse lothrecht steht. Das Fernrohr hat eine nutzbare Objektivöffnung von 27 mm, eine Brennweite von 245 mm und eine durch Messung festgestellte 25fache Vergrösserung. Die Triebbewegung des Okularauszuges ist so ausgiebig, dass das Fernrohr auf Unendlich und auch noch auf ein ungefähr 3 m entferntes Objekt eingestellt werden kann. Zwischen dem Fernrohr und dem einen Endzapfen befindet sich das Klemmstück mit Klemmschraube für Vertikalfeinstellung des Fernrohrs. Das Mikrometerwerk befindet sich am Fernrohrträger. Die lange Spiralfeder desselben ist mit Spanneinrichtung versehen, um sie ausser Wirkung zu setzen, wenn das Fernrohr aus den Lagern herausgenommen werden soll. Auf der andern Achshälfte befindet sich ein dem Gewicht der Fernrohrklemme entsprechendes Gegengewicht *G*. Das Fernrohr gestattet in seinen Lagern eine Neigung von 45° Elevation und Depression. Die Horizontirung des Instruments geschieht mittels einer ziemlich langen Röhrenlibelle von 1 Minute (= 1 par. Linie) Angabe, welche parallel zur Fernrohrdrehachse am Fernrohrträger befestigt ist. Das Instrument hat 20 Sekunden Ablesung, verträgt aber sehr gut eine direkte Ablesung von 10 Sekunden mit Schätzung noch kleinerer Werthe. Da nämlich die Maschine, auf welcher die Nonien getheilt sind, für viel feinere Theilungen berechnet ist, so erreichen die Theilungsfehler niemals die mögliche Ablesung am Nonius.

Die übrigen von Bamberg ausgestellten Feldmesstheodolite haben eine dem beschriebenen gleiche Konstruktion, mit Ausnahme eines besonders für kleinere polygonometrische Arbeiten bestimmten Instruments. Bei diesem kann das zentrisch angeordnete Fernrohr unmittelbar durchgeschlagen werden. Der Kreis ist aus Neusilber, sein Durchmesser 11,8 cm. Die gleichfalls aus Neusilber hergestellte Alhidade ist mit dem ziemlich langen Vertikalzapfen aus einem Stück gegossen, sie ist in den Kreis eingepasst und verdeckt ihn nicht. Die Nonien geben 1 Minute an. Die Theilstriche sind so stark, dass sie mit blossem Auge abgelesen werden können. Das Mikrometerwerk befindet sich an der Alhidade. Die Klemme schleift auf dem Rande des Kreises. Die Fernrohrträger sind auf die obere Fläche der Alhidade aufgeschraubt. Die Lager sind zylindrisch ausgeschliffen, mit aufgeschraubten Kappen verdeckt und nicht korrigirbar. Das Fernrohr mit Triebbewegung hat 18 mm freie Oeffnung, 13 cm Brennweite und 10fache Vergrösserung.

Klemme und Mikrometerwerk für die Vertikalbewegung fehlen. Die Horizontirung erfolgt mit einer Dosenlibelle. Zwischen dem mit dem Okular nach oben gekehrten Fernrohr und der Alhidade ist soviel Spielraum gelassen, dass man einen kleinen, nicht zum Instrumente gehörigen Quecksilberhorizont unterschieben kann, um mittels eines zum Beleuchten des Fadenkreuzes auf das Okular aufgesetzten Nadirglases am Reflexbilde des Fadenkreuzes die normale Lage beider Umdrehungsachsen bequem und mit viel grösserer Genauigkeit prüfen zu können, als dies in der Regel mit einem langen Loth möglich ist.

C. Höhenmessinstrumente.

Nivellirinstrumente und zwar nur Libelleninstrumente waren in grosser Zahl ausgestellt von Amuel, Bamberg, Blankenburg, Bonsack, Clément, Meissner, Sprenger und Wanschaff.

Man pflegt unter Nivelliren diejenige Methode der Höhenmessung zu verstehen, bei welcher der Höhenunterschied zweier Orte, als Differenz der Abweichungen von der Horizontalen eines derselben oder eines dritten Ortes, unmittelbar in Längenmaass erhalten wird. Diese Methode ist für die sich auf den Strassen-, Eisenbahn- und Wasserbau beziehenden geometrischen Vorarbeiten die wichtigste. Die Abweichungen werden an einem vertikal gestellten, getheilten Maassstabe, der Nivellirlatte, abgelesen. Ein Nivellirapparat besteht demnach aus zwei getrennten Theilen, dem eigentlichen Nivellirinstrument und der Nivellirlatte. Die Horizontale wird künstlich hergestellt. Bis zur Mitte des 17. Jahrhunderts kannte man nur zwei Mittel zur Herstellung einer horizontalen Visirlinie, das Loth und die Oberfläche einer ruhenden Flüssigkeit. Die hierauf sich gründenden Instrumente, die Setzwage und die Kanalwage, waren schon im Alterthum bekannt und werden trotz der Libelleninstrumente heute noch gebraucht. Einige der neueren Instrumente zum Aufnehmen von Querprofilen und zum Reduziren schief gemessener Längen, wie der Schmalkaldersche Höhenmesser, der Meydenbauer'sche Pendelspiegel, das Bohne'sche Taschenniveau, die Neigungsmesser von Matthes und Zugmeier u. A. sind gleichfalls Lothinstrumente. Auf die Idee, eine auf einer Weingeistfüllung in einer schwach gebogenen Glasröhre schwimmende Luftblase zur Herstellung horizontaler Visirlinien zu benutzen, kamen zuerst die Franzosen, und zwar wurde, wie Prof. Wolf 1857 in der Vierteljahrsschrift der Züricher naturf. Gesellsch. II, 306—309, nachgewiesen hat, die Röhrenlibelle zuerst 1666 in einer kleinen Schrift: „Machine nouvelle pour la conduite des eaux, pour les bâtimens, pour la navigation et pour la plupart des autres arts. Paris in 8.“ beschrieben. Die Franzosen nennen die Libelle „niveau d'air“ zum Unterschiede von dem „niveau d'eau“ (der Kanalwage). Die Entwickelung der

Libelleninstrumente ging sehr langsam von statten, da selbst Männer wie Picard und Huyghens sich an die seit alters her angewendeten Pendelinstrumente hielten, indem sie die Achse eines Fernrohrs dadurch horizontirten, dass sie dieselbe mit einem Loth unter rechtem Winkel verbanden. Erst in diesem Jahrhundert und zwar in Folge der raschen Entwickelung des Eisenbahnbaues wurde die Anwendung der Libelleninstrumente eine allgemeinere. Heute wird Niemand mehr Vorarbeiten für Eisenbahnen mit der Kanal- oder Quecksilberwage, in Verbindung mit einer mit Zieltafel versehenen Nivellirlatte ausführen wollen. Die in den letzten Jahrzehnten für technische Zwecke ausgeführten zahlreichen Nivellements haben dargethan, dass durch diese Art der Höhenmessung die genauesten Resultate erhalten werden können. Seitdem man, nach dem Vorgange von Hirsch und Plantamour Anfang der sechziger Jahre, begonnen hat, das Nivelliren mit Latten durch Ausführung sogen. Präzisionsnivellements einer wissenschaftlichen Behandlung zu unterziehen, ist auch das Misstrauen, welches man in manchen wissenschaftlichen Kreisen gegen diese Methode der Höhenmessung hatte, geschwunden und es wird der trigonometrischen Höhenmessung, die ehedem als die genaueste Methode galt, eine untergeordnetere Bedeutung beigelegt. Präzisionsnivellements, welche die Fixpunkte für die Nivellements zu technischen Zwecken und für die trigonometrische Höhenbestimmung der Dreieckspunkte liefern, werden gegenwärtig in fast allen Ländern Europa's ausgeführt. In Preussen geschieht die Ausführung von Seiten der trigonometrischen Abtheilung der Landesaufnahme (seit 1867) und des geodätischen Instituts.

Nach einer Mittheilung des Generals von Morozowicz (vergl. das auf die Londoner Ausstellung wissenschaftlicher Apparate sich beziehende Handbuch, 287) ist für den Umfang des Preussischen Staates ein Nivellementsnetz von 12000 Kilometer Länge mit 6600 Fixpunkten in Aussicht genommen. Als Nivellirungslinien werden Landstrassen benutzt. Die Fixpunkte werden durch mit eisernen Bolzen versehene Granitsteine bezeichnet. Von grosser Wichtigkeit für alle Höhenangaben ist die in den Jahren 1875 und 1876 ausgeführte Verbindung des preussischen Netzes mit dem niederländischen. Hierdurch ist die Lage des Nullpunktes des Amsterdamer Pegels zu dem des Pegels zu Neufahrwasser, dem bisherigen Nullpunkt der Höhenangaben der trigonometrischen Abtheilung, dahin festgestellt worden, dass der Amsterdamer Pegel = 3,513 m über dem Pegel zu Neufahrwasser. Der Nullpunkt des Amsterdamer Pegels ist nunmehr der Normalnullpunkt (amtliche Bezeichnung: *N. N.*) und der an der Kgl. Sternwarte zu Berlin angebrachte, genau 37 m über *N. N.* liegende Nullpunkt einer 2 dm langen Doppelskale der Normalhöhenpunkt für den preussischen Staat geworden. Durch einen Erlass des Ministers der öffentlichen Arbeiten vom 27. Sept. 1879 ist für alle diejenigen Landestheile, für welche die Höhenbestimmungen der trigonometrischen Abthei-

lung bereits veröffentlicht sind, die Beziehung sämmtlicher neu aufzunehmenden, das öffentliche Interesse berührenden Nivellements auf *N. N.* und die Angabe der Lage der Horizontalen gegen *N. N.* auf allen in Gebrauch befindlichen älteren derartigen Nivellements angeordnet worden.

Die beiden wesentlichen Theile eines Libelleninstruments sind: die Röhrenlibelle und das Fernrohr. Die Achsen beider Theile sollen parallel und um eine zu beiden senkrechte, mittels der Libelle vertikal zu stellende Achse drehbar sein. Zu dem Ende ruht in der Regel das Objektivrohr in zwei Trägern, welche auf einem und demselben Balken sich befinden, an dessen unteren Fläche der genau in die Buchse eines Dreifusses eingepasste Vertikalzapfen angeschraubt ist. Die Libelle ist entweder mit den Trägern oder mit dem Fernrohr in fester Verbindung oder als sogen. Setzlibelle vorhanden. Man pflegt die Instrumente in Niveaus mit festem Fernrohr und Umlegeniveaus zu unterscheiden. Nur diese beiden Arten waren auf der Ausstellung vertreten, die einzige Ausnahme bildete das dem Katasterkontrolör Grabert patentirte, von Blankenburg ausgestellte Nivellirinstrument. Konstruktionen, wie sie von Breithaupt in Kassel, Ertel & Sohn in München, Stampfer und Starke in Wien ausgeführt werden, waren auf der Ausstellung nicht vorhanden. Insbesondere ist bei keinem der ausgestellten Nivellirinstrumente von der sogen. Stampfer'schen Elevationsschraube Gebrauch gemacht worden. Breithaupt, Ertel & Sohn, Starke haben Nivellirinstrumente ausgeführt, bei denen der Verbindung von Fernrohr und Libelle nicht blos eine Drehung um die vertikale Achse, sondern auch eine geringe Drehung um eine horizontale Achse ertheilt werden kann. Die oben erwähnten beiden Träger sind nicht vorhanden, das Fernrohr ist wie das eines Theodoliten gelagert und es können die kleinen Neigungen der Ziellinien an Vertikalkreisen gemessen werden. Bei dem Stampfer'schen Nivellirinstrument ist das Fernrohr durch zwei Träger unterstützt, von denen der eine mittels einer Mikrometerschraube mit getheilter Trommel in vertikaler Richtung verändert werden kann. Aus den Umdrehungen der Trommel lässt sich die Neigung ermitteln, wenn diejenige Stellung bekannt ist, bei welcher die Achse des Fernrohrs eine horizontale Lage hat. Stampfer hat eine besondere Methode zum Nivelliren mit geneigten Ziellinien angegeben. Alle diese Instrumente sind mit Horizontalkreisen versehen, die Fernrohre zum Distanzmessen eingerichtet.

Der Werth eines Nivellirinstruments hängt vorzugsweise von der Güte des Fernrohrs und der Empfindlichkeit der Libelle ab. Beide sind bedingt durch die Grösse der Zielweiten und den von dem Nivellement geforderten Genauigkeitsgrad. Bei dem preussischen Präzisionsnivellement werden die Zielweiten nicht länger als 75 m genommen. Was den Genauigkeitsgrad betrifft, so sind durch das Feldmesserreglement vom 2. März 1871 die zulässigen Fehler für verschiedene Längen festgestellt. Hiernach beträgt derselbe z. B. für eine Länge von mehr als 1000 m bis 2000 m 40 mm; bei

einem Präzisionsnivellement dagegen soll der wahrscheinliche Fehler eines Höhenunterschiedes pro Kilometer im Allgemeinen nicht 3 mm, in keinem Falle aber 5 mm überschreiten. Die Empfindlichkeit der Libelle und die Vergrösserung des Fernrohrs müssen bei einem gut gebauten Instrument in einer gewissen Beziehung stehen. Prof. Jordan (Vermessungskunde Bd. I, 422) giebt hierüber folgende Zusammenstellung:

Instrument	Empfindlichkeit der Libelle	Vergrösserung des Fernrohrs
Zur Aufnahme von Querprofilen	15—30 Sekunden	10—15 fach
„ „ „ Längenprofilen . . .	10—15 „	15—25 „
„ Ausführung von Präzisionsnivellements	2—5 „	25—40 „

Nach Vogler (Entwurf eines Nivellirinstruments für Präzisionsarbeiten Ztschrft. f. Verm. 1877, 3) haben sich für letzteren Zweck Fernrohre von 30—40 facher Vergrösserung bewährt, während bei noch stärker vergrössernden Fernrohren schon ganz geringe Zitterbewegungen der Luft die Fernrohrbilder bis zur Unkenntlichkeit verzerren. Empfindlichere Libellen lassen sich bei Instrumenten, die im Felde gebraucht werden, deshalb nicht gut anwenden, weil deren Blasen sich in steter Unruhe befinden. Wenn auch die Libelle selbst durch geeignete Umhüllungen vor ungleichmässiger Erwärmung geschützt werden kann, so ist sie doch dem Einfluss der ungleichmässigen Erwärmung der weniger geschützten Theile des Instruments, namentlich bei Sonnenschein, unterworfen.

Die Berliner Mechaniker beziehen ihren Bedarf an Libellen fast sämmtlich von dem hiesigen Mechaniker Reichel. Was die für die Fernröhre erforderlichen Linsen betrifft, so werden dieselben theils von hier, z. B. von Haecke, Schmidt & Haensch u. A., theils von ausserhalb, von Schröder in Hamburg, Reinfelder & Hertel, sowie Steinheil in München und aus Paris bezogen. Es gelangen für Messinstrumente überhaupt nur astronomische Fernröhre zur Verwendung (der amerikanische Ingenieur arbeitet nur mit terrestrischem Fernrohr, Oesterreich. Bericht über die Ausstellung in Philadelphia, III. Heft, 4). Der Okularauszug ist mittels Zahnstange und Trieb achsial verschiebbar. (Bei amerikanischen Instrumenten ist das Objektiv in dieser Weise verschiebbar.) Von der Schmidt & Haensch patentirten (D. R.-P. No. 7604), vorzugsweise bei Mikroskopen benutzten Einrichtung zur achsialen Verschiebung des Okularauszuges scheint bei Messfernröhren noch keine Anwendung gemacht worden zu sein. Bei Nivellirinstrumenten mit festem Fernrohr sollten Zahnstange und Trieb, nicht wie es immer geschieht, oben oder unten, sondern rechts oder links angebracht sein, da bei etwa vorhandenem unsicherem Gang des Triebs eine seitliche Verschiebung des horizontalen Fadens ohne Einfluss auf die Ablesung ist. Das Fadenkreuz wird durch Spinnfäden gebildet. Breithaupt wendet vielfach Glaskreuze an. Diese Glaskreuze haben den Vorzug der

Unveränderlichkeit, aber sie bestauben und beschlagen leicht. Es ist bekannt, dass Glasplatten in einer feuchten Atmosphäre stets mit einer dünnen Haut von Wasser überzogen sind. (Mousson, Physik auf Grundlage der Erfahrung 1879 Bd. I, 321.) Glaskreuze sind übrigens schon im vorigen Jahrhundert von Tob. Mayer empfohlen und u. a. von Brander angewandt worden. In neuerer Zeit werden die Instrumente vielfach mit einem Ablesespiegel versehen, welcher sich über der Skale der Libelle befindet und auf diese Weise dem am Okular befindlichen Auge das Ablesen ermöglicht.

Niveaus mit festem Fernrohr und auch Umlegeniveaus von bekannter Konstruktion (Lüttig) waren von Amuel, Bonsack, Clément ausgestellt. Das Fernrohr des Amuel'schen Umlegeniveaus ist zum Distanzmessen eingerichtet, das Instrument mit einem Horizontalkreise versehen. Einen solchen Kreis besitzen sehr viele der ausgestellten Instrumente; derselbe ist aber sehr gut entbehrlich, da das Nivellirinstrument doch nur in sehr beschränktem Maasse zur Winkelmessung gebraucht werden kann.

Clément hatte ein kleines, mit Horizontalkreis versehenes, vorzugsweise für landwirthschaftliche Zwecke bestimmtes Niveau ausgestellt, bei welchem nach amerikanischer Art die Nebentheile, Dreifuss, Balken, Träger und auch der Stativkopf, aus schmiedbarem Eisenguss hergestellt sind. Von C. waren gleichfalls verschiedene 4 m lange zum Zusammenlegen eingerichtete Nivellirlatten mit Beschlag aus schmiedbarem Eisenguss ausgestellt, ausserdem sogen. Nivellirbänder, aus besonders präparirtem Wachstuchstoff, 3, 4 und 5 m lang. Dieselben werden zusammengerollt transportirt und können sowohl an den besonders zugerichteten Latten, wie an jeder beliebigen Holzstange befestigt werden. Diese Bänder sind namentlich für Reisen oder bei weitem schwierigem Transport sehr zu empfehlen. Den Papiertheilungen (vergl. Ztschrft. für Vermessungswesen 1874, 425) sind sie vorzuziehen.

Bei einem Niveau mit festem Fernrohr ist es nicht möglich zu untersuchen, ob Fernrohrachse und Libellenachse sich kreuzen. Diese Untersuchung ist aber nicht nur bei Umlegeniveaus oder Instrumenten mit Setzlibelle, sondern auch bei Instrumenten mit festem Fernrohre und fester Libelle erforderlich, falls nicht mit genau vertikaler Achse gearbeitet, sondern mittels Fuss- oder Elevationsschraube für jede Richtung einzeln die Libelle zum Einspielen gebracht wird (vergl. Helmert, Theorie der Libellenachse in der Ztschrft. für Vermessungswesen 1878, 192). Sprenger hat nun, um diese Untersuchung zu ermöglichen, folgende Anordnung getroffen: Das Fernrohr ist nicht umlegbar, aber um seine mechanische Achse drehbar. Die mit dem Fernrohr verbundene Libelle gestattet eine seitliche und eine vertikale Verschiebung. Dem Fernrohr kann mittels eines mit zwei Stellschräubchen versehenen drehbaren Bügels diejenige Lage gegeben werden, bei welcher der horizontale Faden bei einspielender Libelle genau horizontal

ist. Dieses Instrument ist besonders für spezielle Vorarbeiten zu empfehlen. Eine gleiche Anordnung ist bei dem Amsler'schen Instrument mit Reversionslibelle vorhanden (vergl. Dr. Doll, die Nivellirinstrumente 1876, 4, und Bauernfeind, Elem. d. Vermessungskunde V. Aufl. Bd. 1, 391). Bei dem grossen Umlegeniveau für Präzisionsarbeiten (Fig. 43) ist die

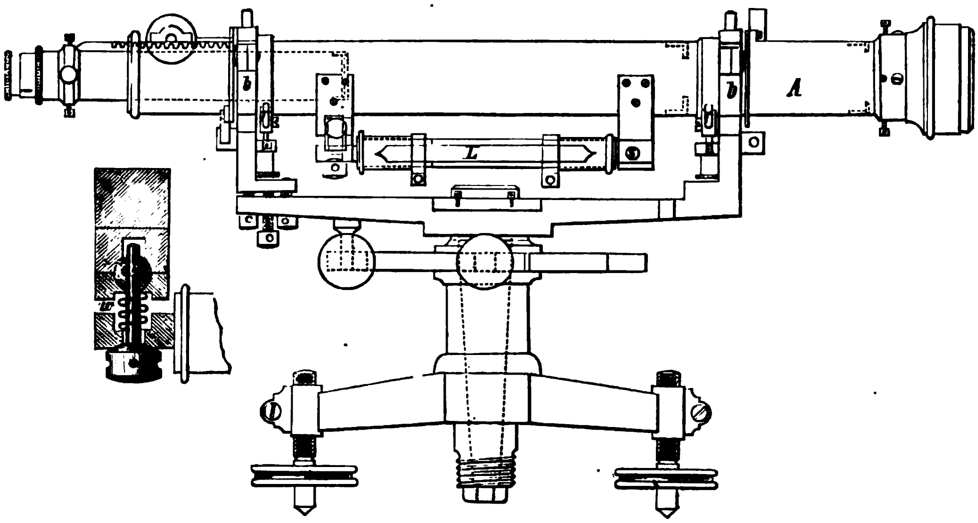


Fig. 43.

Korrekturbewegung der Libelle hervorzuheben. Das mit zentrirbarem Objektiv versehene Fernrohr *A* dieses Instruments hat bei einer Länge von 0,5 m eine 80 malige Vergrösserung. Es ist durch Friktionsrollen *r* unterstützt. Die Lagerringe *b* bestehen aus Aluminiumbronze. Die 5 Sekunden angebende Reversionslibelle *L* befindet sich in doppelter Glasfassung. An dem einen Ende ist sie für die seitliche Veränderung in zwei Spitzen *s* aufgehängt. Die Verbindung des anderen Endes mit dem Fernrohr geschieht, wie aus der doppelt so grossen Nebenzeichnung sichtbar wird, durch eine eingelagerte, drehbare Kugel *K*, welche das Muttergewinde für die vertikale Korrektionsschraube *v* mit gegenwirkender Spiralfeder *w* enthält. Bemerkenswerth an diesem Instrument ist noch, dass der Balken, der eine der beiden Träger und der Drehzapfen aus einem Stück Gussstahl bestehen. Die drei anderen Umlegeniveaus von Sprenger haben dieselbe Konstruktion der Korrektureinrichtung.

Von Meissner waren Niveaus mit festem Fernrohr und Umlegeniveaus ausgestellt. Bei den ersteren ist durchweg die Libelle mit dem Träger fest

verbunden, auch bei einzelnen kleineren Umlegeniveaus ist dies der Fall. Die beiden grossen Umlegeniveaus für Präzisionsnivellements sind besonders bemerkenswerth. Bei dem einen ist die Libelle mit dem Fernrohr fest verbunden, bei dem anderen ist sie als Aufsatzlibelle vorhanden. Bei dem ersten Instrument hat das Fernrohr (Fig. 44, die Einzelzeichnung links oben stellt einen Querschnitt nach *A B*, die Zeichnungen links unten einen Längsschnitt und den Deckel dar, die Bedeutung der anderen 3 Querschnitte ergiebt sich von selbst) eine Brennweite von 20 Zoll, eine Objektivöffnung von 40 mm. Die auf dasselbe aufgelötheten Ringe sind von hartem Rothguss und haben genau gleichen Durchmesser. Die im Objektivrohr befindlichen, zur Führung des Okularauszuges dienenden beiden Ringe sind soweit von einander entfernt, dass eine sichere achsiale Verschiebung des Okularauszuges erfolgen kann. Der Federdruck für den letzteren liegt unmittelbar in den Ringen selbst bei *h* und wird durch Spiralfedern mit Druckstempeln hervorgerufen, welche den Auflagestellen des Okularauszuges gegenüber liegen. Das Objektiv ist in folgender Weise konstruirt. Der Objektivkopf ist an das Fernrohr angelöthet, das Objektiv wird in die für dasselbe hergestellte Vertiefung ohne Fassung mit etwas Spielraum eingelegt. Es ruht auf 3 Auflagen *a*, der ringförmig etwas federnde Deckel wird mittels dreier

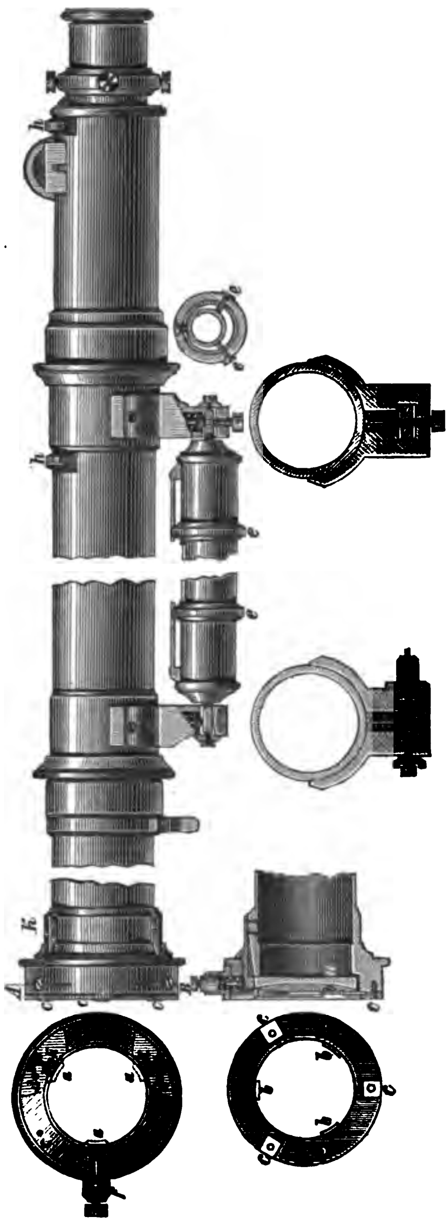


Fig. 44 (1/3 natürl. Gr.)

Schrauben *c* an die Stirnfläche des Objektivkopfes so angeschraubt, dass die an ihm befindlichen Ansätze *b* den Auflagen *a* gegenüber zu liegen kommen. Hiernach ist also eine Verschiebung des Objektivs in achsialer Richtung unmöglich. Vermittels der beiden Schrauben *s* und der diesen Schrauben entgegenwirkenden Spiralfeder mit Druckstempel *f* kann das Objektiv in einer zur Achse senkrechten Richtung verändert werden. Die beiden Schrauben, sowie der Druckstempel der Spiralfeder wirken nicht unmittelbar auf das Objektiv, sondern mittels Druckklötzchen *k*, die mit federnden Verlängerungen versehen sind und, wie der Längsschnitt zeigt, von aussen auf den Objektivkopf aufgeschraubt werden. Durch diese Einrichtung kann die einmal bewirkte Zentrirung dauernd erhalten werden. Temperaturänderungen sind ohne Einfluss. Die 5 Sekunden-Libelle liegt in ihrer Messingfassung mit jedem Ende auf 2 Schraubenenden *e* (vergl. die Einzelzeichnung ihres Querschnitts) auf, von oben wirkt den Schrauben eine Spiralfeder mit Druckstempel entgegen. An den Endflächen der Libellenfassung befinden sich prismatische Ansätze von rechteckigem Querschnitt. Mit diesen prismatischen Ansätzen ruht der die Libelle enthaltene Messingzylinder in den entsprechenden Oeffnungen zweier massiven Halter, welche an den Verlängerungen der Fernrohrringe angeschraubt sind. Der eine von den erwähnten Ansätzen ruht auf einer Schneide und kann in seitlicher Richtung mittels einer Schraube mit entgegenwirkender Spiralfeder verschoben werden, die vertikale Verschiebung wird durch eine zweite Spiralfeder verhindert. Der andere Ansatz dagegen kann ohne seitlichen Spielraum mittels einer vertikalen Stellschraube und gegenwirkender Spiralfeder in vertikaler Richtung verändert werden. Die Enden der Korrektionsschrauben sind abgerundet und ihr Angriff erfolgt auf in die prismatischen Ansätze eingelegte eben abgeschliffene Stahlzapfen. Die Firma Meissner wendet nur diese Korrektureinrichtung für feine Libellen an. (Auch die Korrektur der Aufsatzlibelle bei dem zweiten von Meissner ausgestellten grossen Umlegeniveau S. 108 geschieht in der hier angegebenen Weise.)

Der Balken *B* des ersten grossen Umlegeniveaus (Fig. 45 a. folg. S.) mit den beiden Fernrohrlagern *F* ist aus einem Stück Rothguss hergestellt. Derselbe ist an der unteren Seite zum Theil hohl und findet in dieser ausgefrästen Vertiefung der länglich geformte Flansch des vertikalen Drehzapfens *Z* Platz. Durch diese Einrichtung wird die Tragfähigkeit nicht vermindert, dagegen wird das Gewicht und auch die Höhe des ganzen Instruments vermindert. Die Lager *F* sind Yförmig, der Winkel der Lagerflächen beträgt 90°. Die Flächen selbst sind konvex gestaltet, so dass die Fernrohrringe nur in je zwei Punkten aufliegen. Der Winkel von 90° ist gewählt, weil auf diese Weise bei der für die Justirung des Fadenkreuzes nöthigen Drehung des Fernrohrs um seine Achse, um 90 resp. 180°, stets dieselben im Quadrat liegenden Punkte der Fernrohrringe zur Auflage kommen. Diese Form ist besonders wichtig bei An-

wendung einer Aufsatzlibelle, da in diesem Falle die vier Berührungspunkte der Fernrohrringe auch zu Berührungspunkten für die Aufsatzlibelle gemacht werden können. Meissner glaubt, den konvex gestalteten Lagerflächen deshalb den Vorzug vor zylindrischen Auflageflächen geben zu

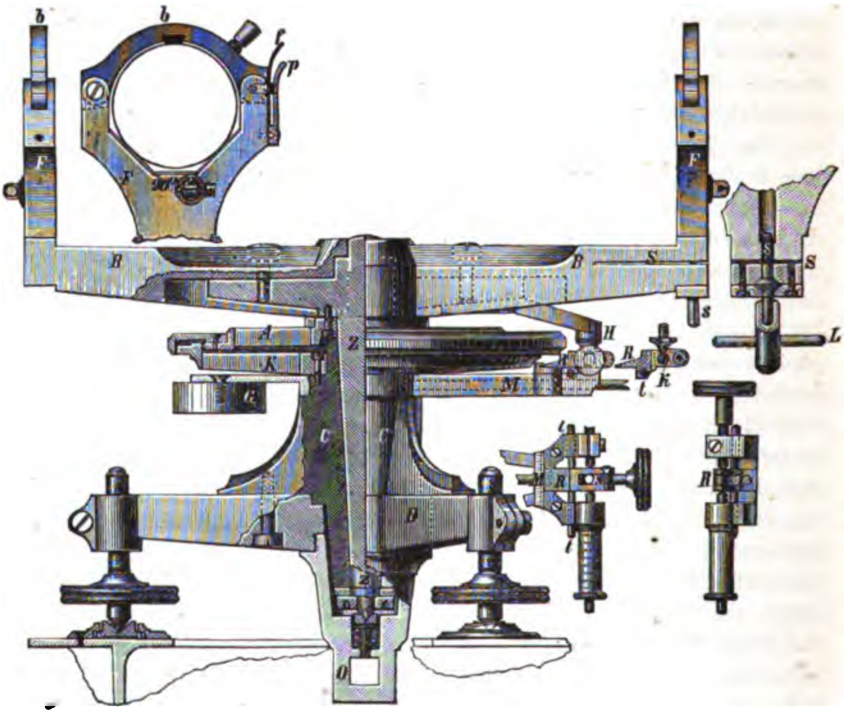


Fig. 45 (1/3 natürl. Gr.).

müssen, weil die Berührung eine viel feinere und weil eine Verunreinigung durch Staub u. dergl. viel schwieriger möglich ist. Die Verschlussbügel *b* sind mittels mit den Trägern verbundenen Federn *f* verschliessbar. Gegen ein zu starkes Anspannen oder Zerbrechen sind diese Federn durch starke Platten *p* geschützt. Die früher gebräuchlichen Einsteckstifte kommen also hierdurch in Wegfall. Die Veränderung des einen der beiden Lager *FF* in vertikaler Richtung wird in folgender Weise ermöglicht. Der Balken *B* ist an dem einen Ende aufgeschnitten. Die durch den Schnitt *S* gebildeten, etwas federnden Theile des Balkens können mittels einer Schraube *s*, für welche das Muttergewinde in dem oberen Theile vorhanden ist, um eine geringe Grösse von einander entfernt, bezw. einander genähert werden. Der mittlere Theil der Schraubenspindel ist kugelförmig

gestaltet und ist zwischen dem unteren Theil des Balkens und einer angeschraubten Platte gelagert. Die Reibung an den Lagerflächen ist so bedeutend, dass nur mittels eines auf den unteren, vierkantig gestalteten Theil der Spindel gesteckten Schraubenschlüssels mit Knebel *L* eine Drehung der Schraube und damit eine Veränderung des Fernrohrlagers in vertikaler Richtung erfolgen kann. Da der Balken mit den Fernrohrlagern so genau als möglich gearbeitet ist, so handelt es sich beim Justiren nur um sehr geringe Veränderungen. Diese Einrichtung ist von Meissner zuerst (1871) bei den für das Eisenbahnregiment gelieferten Instrumenten zur Anwendung gekommen.

Der mit der Buchse *C* des Dreifusses verbundene Horizontalkreis *K* hat 6 Zoll Durchmesser und ist, ebenso wie die Alhidade *A* durchbrochen (6 Speichen). Die Theilung ist in Silber ausgeführt und bis auf die Nonien durch die Alhidade verdeckt. Die beiden durch Glasplatten verdeckten Nonien geben 30 Sekunden an. Die Lupen sind dreh- und verschiebbar. Die Mikrometerklemme *M* liegt unter dem Horizontalkreise, ist durch das Gewicht *G* genau balanzirt und wirkt direkt gegen die Buchse *C*. Das Ende *k* des mit dem Balken fest verbundenen Armes *H* ist kugelförmig gestaltet. Bei einfacheren Instrumenten wird das Ende in der Regel durch eine Stahlnase mit zwei ebenen Flächen gebildet, auf welche die Mikrometerschraube und die Spiralfeder der Klemme wirken. Es ist ersichtlich, dass bei einer mittels der Mikrometerschraube ausgeführten Bewegung um die vertikale Achse der Angriffspunkt der Schraube nicht derselbe bleiben kann, sondern eine geringe radiale Veränderung erfahren muss. Diese Veränderung ist bei einer sehr empfindlichen Libelle auf den Stand der Blase von Einfluss. Um nun eine feine Bewegung ohne Zwang zu ermöglichen, hat Meissner folgende Einrichtung getroffen worden. An der Gabel der Mikrometerklemme *M* ist ein zangenförmig gestalteter Schieber *R* aus gehärtetem Stahl mittels eines Führungsstiftes *t* parallel zur Mikrometerschraube verschiebbar. Das kugelförmige Ende *k* des Armes *H* befindet sich zwischen den beiden Backen des zangenförmigen Schiebers *R*. Mikrometerschraube und Spiralfeder wirken auf die äusseren Seiten der beiden Backen. Die kreisförmige Bewegung des Mittelpunkts der Kugel *K* findet auf diese Weise ohne jeden Zwang statt. Noch vollkommener ist die durch Fig. 46 (a. folg. S.) dargestellte Anordnung des Schiebers *R*. Derselbe bewegt sich nicht geradlinig, sondern mittels eines Ringes um die vertikale Achse und ist auf diese Weise ganz unabhängig von der Mikrometerklemme.

Die Zentralbuchse des Instruments (Fig. 45) besteht aus Rothguss und ist in besonders stabiler Form hergestellt. Dieselbe sitzt mittels dreier starken geschweiften Rippen auf dem Dreifuss *D* auf und ist mit demselben durch drei kräftige Schrauben fest verbunden. Das untere Ende der Buchse liegt zum grössten Theil frei innerhalb des Zentrums des Dreifusses und der zur Aufnahme des Hakens bestimmten angeschraubten Oese *O*, um eine

Verspannung der Buchse zu vermeiden. Die Entlastung des vertikalen Stahlzapfens Z findet durch eine Spiralfeder mit Stahlstempel statt. Auf letzterem liegt mit etwas seitlichem Spielraum die zur Aufnahme der Zapfenspitze

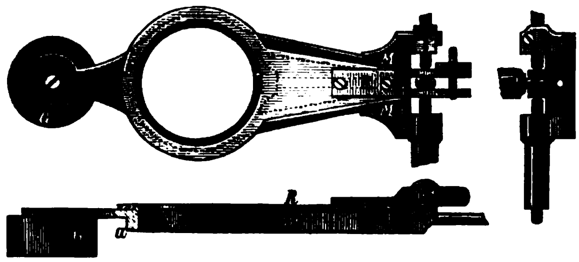


Fig. 46 (1/3 natürl. Gr.).

bestimmte Pfanne flach auf. Beide Theile, Zapfenspitze und Pfanne, sind glashart. Statt mit einer Oese werden die Instrumente auch mit einem Gewindezapfen versehen, auf den sich der mit einer Mutter versehene Federstengel aufschrauben lässt.

Das zweite von der Firma Meissner ausgestellte grosse Umlegeniveau für Präzisionsnivellements (Fig. 47 u. 48) ist bis auf die Anordnung der Libelle mit dem beschriebenen übereinstimmend. Die Höhe der Fernrohrlager ist wegen der Aufsatzlibelle um 24 mm geringer. Die Verschlussbügel haben je zwei Oeffnungen für die vorspringenden Auflagen der Libelle; die zur Aufnahme der Libelle dienende Brücke besteht aus den beiden 2 mm starken Seitenrippen $a a'$, der ausgeschweiften Querrippe b, den zwei Lagerstellen $c c'$ für die Libellenfassung und den Endbügeln $d d'$ mit den vorspringenden Lagerstellen für die Brücke selbst. Letztere ist in einem Stück (Rothguss) gegossen, um Spannungen durch Zusammenschrauben zu vermeiden. Die Lagerstellen sind um 90° von einander entfernt. Die Deckplatte e mit Knopf ist mittels Schrauben auf der Brücke befestigt und daran sitzen die Federhülsen $f f'$. Der Anschlag g der Brücke wird beim Aufsetzen der Libelle mit dem Fernrohrlager in Berührung gebracht.

Das zu den beiden beschriebenen Instrumenten gehörige Stativ (Fig. 49, S. 110) ist besonders bemerkenswerth. Der metallene Kopf desselben, in einem Stück gegossen, besteht aus der flachen geschweiften, innen durchbrochenen Platte P mit daran befindlichen Rippen R und Lappen L. Letztere sind für die Aufnahme der Bolzen B durchbohrt. Die zu den Hauptrippen R senkrechten Rippen r dienen zur Aufnahme des Mittelstücks D, welches eine rechteckige Oeffnung mit kugelförmiger Versenkung zum Durchstecken des Stengelhakens besitzt. Die an den Holzbeinen be-

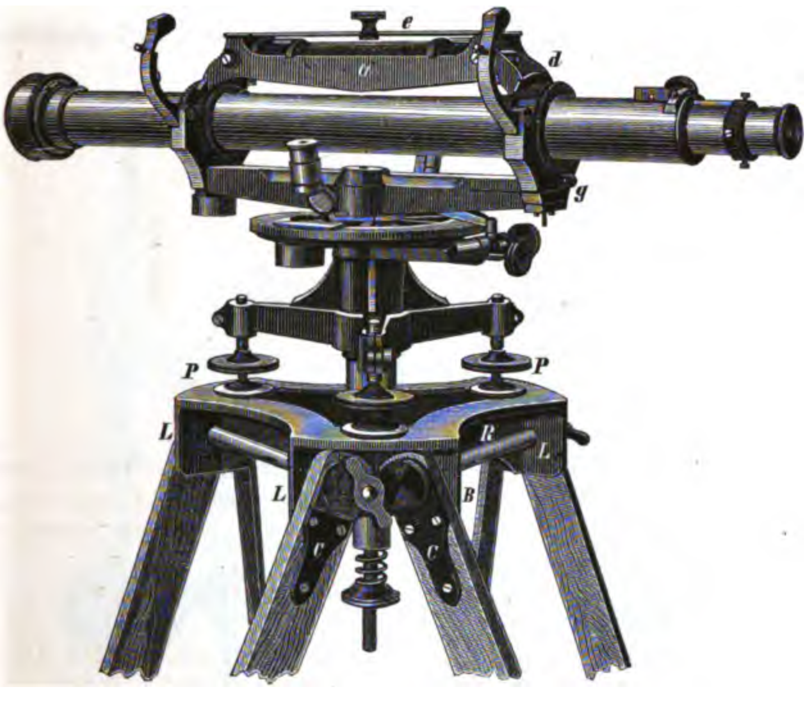


Fig. 47 ($^1/_5$ natürl. Gr.).

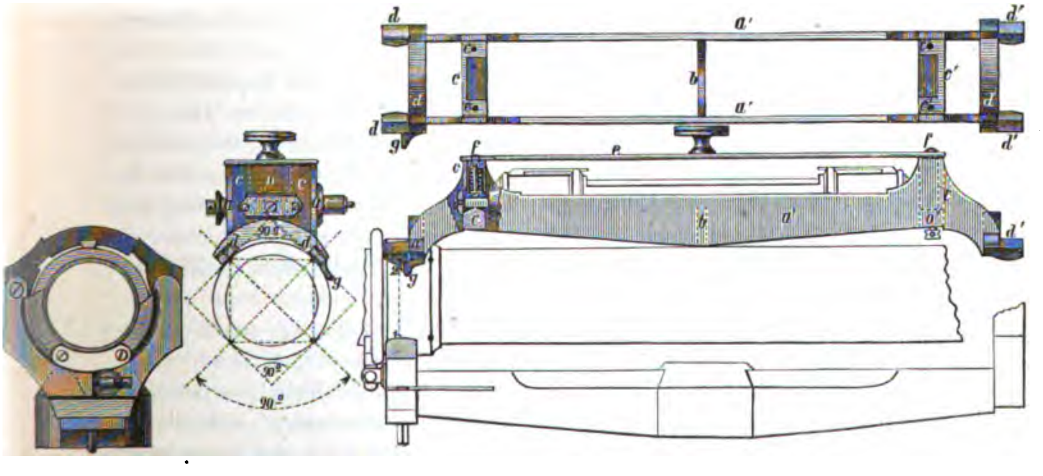


Fig. 48 ($^1/_3$ natürl. Gr.).

festigten Platten *C* sind dachförmig gestaltet, um eine gleichmässige Bewegung der Beine zu ermöglichen und das Lösen und Anziehen der Muttern entbehrlich zu machen. Jedes Bein besteht aus zwei unten sich

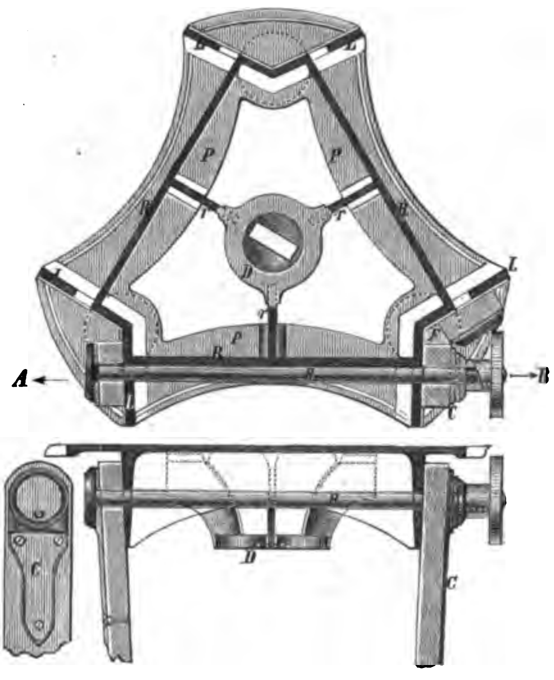


Fig. 49 (1/4 natürl. Gr.).

vereinigenden Theilen, die mittels der Bolzen *B* mit den Lappen *L* verbunden und durch Flügelmuttern fest an letztere angepresst werden.

Dieses Stativ ist den Stativen mit Holzkopf jedenfalls vorzuziehen. Bei den amerikanischen Stativen mit metallenem Kopf wird meist der hölzerne Fuss zwischen die Metallbacken der Kopfspalte eingeklemmt, was dann bei dem Eintrocknen des Holzes zu dem Uebelstande führt, dass ein Festklemmen des Fusses nicht mehr möglich ist. (Oesterreich. Bericht über die Ausst. in Philadelphia Heft III, 4.)

Es erscheint zweckmässig, auf ein kleines Umlegeniveau mit Setzlibelle von Meissner aufmerksam zu machen, welches für kleinere Nivellements, wie sie für Drainage, Kanalisation u. s. w. erforderlich sind, bestimmt ist. Die Konstruktion des Instruments selbst, sowie des dazu gehörigen Stativs ist eine eigenthümliche. In seiner einfachsten Form wird das Instrument (Fig. 50) mittels der Hülse *c* auf den mit dem metallenen Stativkopf *C* verbundenen

Konus *A* gesteckt. Die Buchse *c* ist mit dem Arm *d* in einem Stück gegossen. Der Arm *d* enthält das Muttergewinde für die Elevationsschraube *e*, vermittels welcher der um den Bolzen *g* drehbare Balken *f* gehoben oder gesenkt werden kann. Eine der Schraube *e* entgegenwirkende Spiralfeder

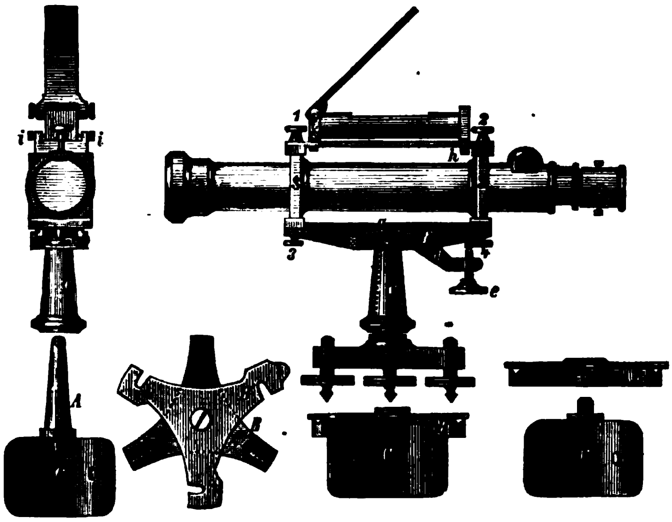


Fig. 50 (1/4 natürl. Gr.).

veranlasst die stete feste Auflage des Balkens auf der Schraubenspitze. Um einer Abnutzung vorzubeugen, geschieht die Auflage mittels eines eingesetzten Stahlkopfes. Auf diese Weise lässt sich die Blase der Libelle sehr rasch zum Einspielen bringen, die Visirlinie also horizontal stellen. Dies Verfahren muss für jede Richtung wiederholt werden, da selbst, wenn man diejenige Stellung der Elevationsschraube kennen würde, bei der die Achse des Konus normal zur Fernrohr- und Libellenachse ist, ein Vertikalstellen der vertikalen Achse bei dieser einfachen Form des Instruments unmöglich wäre. Die Aenderung der Höhenlage des Horizonts bei diesem Verfahren bei geneigtem Konus ist unbedeutend. Bei zwei zu einander entgegengesetzten Richtungen ist sie Null.

Mit zwei ebenen Flächen ruht das Fernrohr auf dem Balken *f* und kann mit demselben durch Klemmschrauben 3 und 4 fest verbunden werden. Auf das Fernrohr sind zwei Metallstücke *s* von quadratischem Querschnitt aufgelöthet. Die beiden gegenüberliegenden Flächen dieser prismatischen Stücke dienen als Auflagerflächen für die Setzlibelle, welche durch die Schräubchen 1 und 2 befestigt werden kann. Dem Fernrohr kann also mittels der prismatischen Stücke eine um 180° veränderte

Lage ertheilt werden, wobei Objektiv und Okular entweder an derselben Stelle bleiben oder auch eine um 180° verschiedene Stellung einnehmen können. Die Libelle kann umgesetzt werden. Das Fadenkreuz ist so zu justiren, dass die optische Achse eine zu den Auflageflächen des Fernrohrs parallele Lage erhält. Die Libelle ist mit Schräubchen *i* zur seitlichen, mit einer Schraube *h* zur vertikalen Verschiebung versehen und damit parallel zur optischen Achse zu stellen. Das achromatische Fernrohr hat eine Brennweite von 10 Zoll und eine 20fache Vergrösserung. Der Okularauszug ist genau zylindrisch abgedreht und so ergiebig, dass selbst bei einer Entfernung der Latte von 3 m eine scharfe Einstellung möglich ist. Eine nicht überflüssige Zugabe ist der Ablesespiegel.

In der Hauptfigur ist das Instrument mit einem Dreifuss versehen, um die vertikale Achse senkrecht stellen zu können. Der aus 2 Theilen, der Deckplatte *B* und dem abschraubbaren Stück *C*, bestehende Stativkopf hat dann die unmittelbar darunter dargestellte Form. Die Verbindung des Instruments wird durch die um den Mittelpunkt drehbare und mit Ausschnitten versehene Platte *B'* hergestellt. Die rechts befindlichen Nebenzeichnungen zeigen die Deckplatte *B* und den eigentlichen Kopf *C* für sich.

Fig. 51 stellt das Stativ dar, die Beine sind zum Zusammenklappen eingerichtet, so dass das Stativ event. auch in einem Koffer transportirt werden kann.

Von den fünf von Bamberg ausgestellten Nivellirinstrumenten ist das grösste bereits auf S. 59 f. beschrieben worden. Die andern vier sind in der Konstruktion fast gleich. Das grössere, dessen Fernrohr 36 mm Oeffnung und 38 cm Brennweite hat, ist ohne Horizontalkreis. Das kleinere, dessen Fernrohr 31,5 mm Oeffnung und 32,5 cm Brennweite hat, besitzt einen solchen mit einem Nonius, der eine Minute angiebt. Beide Instrumente haben umlegbare, um die Mitte balanzirende Fernröhre mit sehr starken Hartgusszylindern. Die Libelle ist am Fernrohre fest und lässt sich bequem korrigiren. Das Objektiv ist gegen die mechanische Achse durch 4 Stellschrauben zentrirbar, welche im Objektivkopfe sitzen und gegen einen schräg gedrehten Ansatz der Fassung wirken und so eine Verstellung des Objektivs rechtwinklig zur Achse ermöglichen. Analog ist die Konstruktion des Fadenkreuzes. Der Hauptunterschied dieses Instruments gegenüber den meisten üblichen Konstruktionen besteht darin, dass das Fernrohr mit seinen Hartgusszylindern nicht in Winkellagern, sondern in zylindrisch ausgeschliffenen Lagern liegt. Natürlich findet nicht Anlage rund um die Zylinder statt, sondern nur an 3 Stellen, von denen der obere, bewegliche sich an den überschlagbaren Scharnierklappen befindet. Diese Scharnierklappen sind so abgestimmt, dass sie durch übergeschlagene Bügel mit stellbaren Spitzschrauben das Fernrohr gerade in den Lagern festhalten, ohne dass eine Veränderung der Libelle eintritt, wenn das Fernrohr nur durch die eigene Last einliegt. Die zylindrische Form der Lager macht

es nothwendig, dass bei der Korrektur derselben gegen die Vertikalachse nicht blos ein Lager verstellbar eingerichtet zu sein braucht, sondern dass beide Lager untereinander fest verbunden sein müssen, um gemeinschaftlich vertikal verstellt werden zu können. Es ist zu dem Zwecke mit dem



Fig. 51 (1/10 natürl. Gr.).

konischen Vertikalzapfen aus Stahl ein paralleler Querbalken fest verbunden, welcher gut zwischen zwei parallele, kräftige Längsbalken passt, die die beiden Lager fest mit einander verbinden. In der Nähe des einen Lagers geht ein gut passender Stahlzapfen durch die äusseren und den inneren Balken, um welchen sich der Lagerbock durch zwei Stellschrauben verstellen lässt, die in der Nähe des anderen Lagers in Querverbindungen der äusseren Balken ihr Gewinde haben und gegen den inneren Balken wirken. In der Mitte des Lagerbockes werden die äusseren Balken gegen den inneren noch durch zwei Muttern mit durchgehendem Gewindestift festgezogen. Das Klemm- und Mikrometerwerk ist so angebracht, dass die Mikrometerschraube parallel zum Fernrohr liegt. Durch diese Lage soll die schädliche Einwirkung, welche das Mikrometerwerk auf den sicheren Achsgang haben kann, in der Richtung des Visirens unschädlich gemacht

werden. Die Angabe der Libelle beträgt 8 bis 10 Sekunden, doch lassen sich für diese Konstruktion noch empfindlichere Libellen verwenden.

Die horizontale Stellung des Fadenkreuzes wird durch Stellschrauben bewirkt, von welchen an jedem Lager sich eine befindet und die gegen einen an den Zylinder der Okularhälfte des Fernrohrs angeschraubten Ansatz wirken. Die Horizontalkorrektur der Libelle wird durch zwei entgegenwirkende Spitzschrauben, welche in einem Rahmen ihr Gewinde haben, bewirkt. Die Vertikalkorrektur wird durch zwei Muttern mit kugeligen Ansätzen, welche mit entsprechenden Unterlagen versehen sind und in entgegengesetzter Richtung auf den Libellenstöpsel wirken, erlangt.

Die beiden von Blankenburg ausgestellten, dem Katasterkontrolör Grabert in Arnswalde patentirten Nivellirinstrumente (D. R.-P. No. 5020 und 5463) weichen hinsichtlich ihrer Konstruktion von den bisher genannten vollständig ab. Bei dem ersten Instrument (Fig. 52) ist ein nach beiden

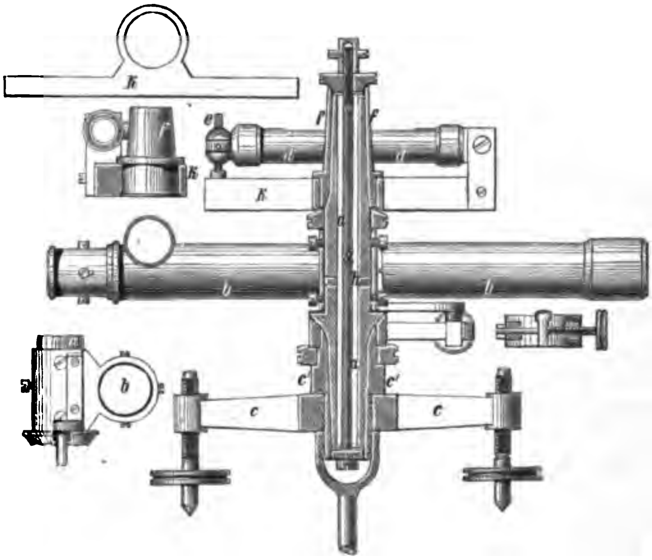


Fig. 52.

Enden zu gleichmässig konisch abgedrehter hohler Zylinder *a* mit einem Fernrohr *b* rechtwinklig derart verbunden, dass das Fernrohr um den Zylinder gedreht und durch fünf Schrauben, welche in der Fernrohrhülse ihre Führung haben, in jeder beliebigen Stellung festgestellt werden kann. Die Buchse des Dreifusses *c* ist den Kegeln entsprechend genau ausgebohrt. Eine Libelle *d* mit Korrektionsschraube *e* ist mit einem hohlen Kegel *f*, der auf das obere Ende des Zylinders *a* aufgesetzt ist, seitwärts durch den Träger *k* ver-

bunden. Die Libelle lässt sich also um die vertikale Achse drehen. Die Prüfung erstreckt sich auf folgende beiden Punkte: 1. ob die als Zapfen dienenden Kegel eine und dieselbe Achse haben; 2. ob die optische Achse des Fernrohrs senkrecht zu dieser Achse ist. Die Prüfung zu 1 erfordert zunächst die Vertikalstellung des unter dem Fernrohr befindlichen Zapfens mittels der Libelle, deren Achse zu der Achse dieses Zapfens senkrecht stehen oder mittels der Schraube *e* in bekannter Art gestellt werden muss. Ist die Berichtigung der Libelle und die Vertikalstellung des Zapfens erfolgt, so bewegt man die Libelle um den oberen Zapfen. Behält die Blase ihre Stellung, so haben beide Kegel eine gemeinschaftliche Achse. Um eine etwaige Berichtigung ohne Zuziehung eines Mechanikers vornehmen zu können, ist der Zylinder in der Mitte in zwei zu einander rechtwinkligen Richtungen *g* und *h* durchbohrt. In jeder dieser Oeffnungen steckt ein etwas zugespitzter Dorn von hartem Metall, durch den die Kegel so abgerichtet werden können, dass ihre Achsen zusammenfallen. Denn da die Differenz nur wenige Sekunden betragen kann, so wird dieselbe durch allmäliges Hineintreiben des einen oder andern Dornes leicht zu beseitigen sein. Die Prüfung zu 2 ist ebenso einfach und erinnert an die Operation beim Abrichten eines rechtwinkligen Dreiecks. Man entfernt die Libelle von dem Fernrohr, visirt einen ziemlich entfernten Punkt scharf an und setzt nun das Fernrohr mit dem andern Zapfen in das Lager des Dreifusses. Ist ein Unterschied bemerkbar, so wird die Hälfte desselben durch die übereinanderliegenden Schräubchen des Fadenkreuzes beseitigt. Ob die optische Achse des Fernrohrs mit seiner mechanischen zusammenfällt, ist gleichgültig. Für die feinere Einstellung ist eine Mikrometerklemme von bekannter Einrichtung vorhanden. Das Instrument verhält sich also in dieser Beziehung wie ein Niveau mit festem Fernrohr, bei welchem die optische Achse mit der mechanischen nicht immer zusammenfällt. Es hat aber den Vorzug des Umlegeniveaus, in dem es wie dieses auf einer und derselben Stelle geprüft bezw. justirt werden kann.

Die besonders patentirten Verbesserungen an dem zweiten Instrument (Fig. 53 a. folg. S.) beziehen sich im wesentlichen auf die Anordnung des Fernrohrs in Bezug auf den Doppelkonus. Die Achsen beider Theile sind nicht windschief, sondern schneiden sich rechtwinklig. Das Fernrohr *A* geht quer durch den Doppelkonus *B*, der zu diesem Zwecke in der Mitte eine kubische Form hat. Die Fernrohrachse halbirt die Zapfenachse, so dass eine Veränderung der Instrumentenhöhe in Folge des Umkehrens des Doppelkonus nicht möglich ist. Die etwaige Berichtigung beider Kegelachsen kann hier durch zwei zu einander rechtwinklige Schrauben *a* und *b* erfolgen. Das Muttergewinde für dieselben befindet sich nur in der Mitte der sich nach beiden Seiten erweiternden Oeffnungen. Die Länge des Gewindes beträgt etwa $\frac{1}{3}$ des Zylinderdurchmessers. Behufs Umkehrung des Doppelkonus ist es nöthig, die Schraube *c* zu lösen. Der Libellenauf-

satz wird durch die Schraube d gehalten, welche ein der Schraube c gleiches Gewinde hat. — Diese Konstruktionen dürften sich wohl nur für kleinere Instrumente eignen, da die genaue Ausführung bei grösseren Instrumenten jedenfalls mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden ist.

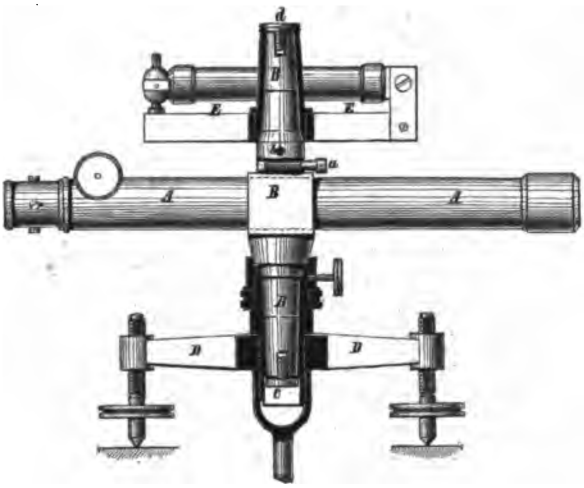


Fig. 53.

Hier möge schliesslich noch das — zwar nicht ausgestellte, aber in Berlin erfundene und ausgeführte — zu den Lothinstrumenten gehörige Taschenniveau, konstruirt vom Baumeister Bohne, erwähnt werden. Es besteht (Fig. 54) aus einem Messingzylinder B, dessen abschraubbarer Deckel D eine kardanische Aufhängung K trägt. In der letzteren ist der von dem Fernrohr F durchdrungene Zylinder C aufgehängt. Derselbe ist an seinem unteren Ende durch ein Gewicht G beschwert; ein mittels einer Schraube s verschiebbares Gewicht G_1 dient zur Regulirung des Schwerpunktes. Auf diese Weise lässt es sich erreichen, dass bei frei schwingendem Zylinder C die optische Achse des Fernrohrs F eine horizontale Lage annimmt. Die Arretirung des Zylinders C geschieht durch die durch den Handgriff H des Instruments gehende, auf die Bodenplatte p des Zylinders C wirkende Arretirungsschraube S. Das Fernrohr F ist ein galiläisches. In der Nähe des Objektivs befindet sich ein Glasmikrometer (die Theilung geht bis $^1/_4$ mm). Eine Okularverschiebung ist nicht möglich. Die Aufgabe, im galiläischen Fernrohr eine Visirvorrichtung anzubringen, ist dadurch gelöst worden, dass das Okular, wie ein achromatisches Glas, aus zwei Linsen, und zwar aus einer plankonvexen und einer zentrisch fein durchbohrten bikonkaven Linse von kürzerer Brennweite zusammen-

gesetzt ist. Durch die kaum $^3/_4$ mm weite, dem terrestrischen Bilde nicht nachtheilige Bohrung hindurch wirkt die erste Linse als Lupe für die getheilte Glasplatte. Da die Durchbohrung kleiner als der Durchmesser

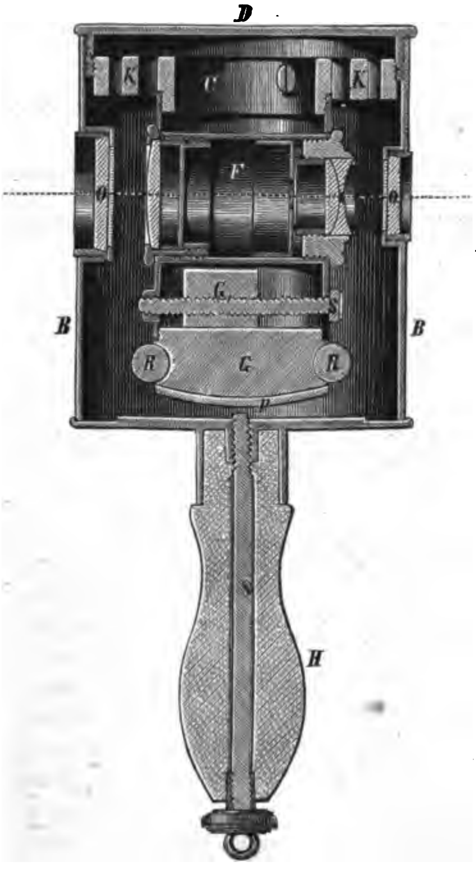


Fig. 54 ($^1/_1$ natürl. Gr.).

der Pupille ist, so erblickt der Beobachter gleichzeitig das vergrössert erscheinende Bild der Theilung und das optische, aufrechte Bild des anvisirten Objekts. (Vor einer längeren Reihe von Jahren hat der Mechaniker Th. Baumann eine ähnliche Konstruktion des Okulars für das mit einem Fadenkreuze versehene galiläische Fernrohr angegeben, vergl. Dr. Schneitler, Instrumente und Werkzeuge der Messkunst, 3. Aufl., 24.) Mit dem Ob-

jektiv und Okular des kleinen Fernrohr *F* korrespondirend befinden sich im Mantel des Zylinders *B* zwei durch plane Glasplatten verschlossene Visirlöcher *O* und *o*. Wird bei der Durchsicht das Instrument in freier Hand gehalten, so lassen sich die von letzterer auf dasselbe übergehenden Pulsationen nach Bedarf dadurch ermässigen, dass das Instrument gegen die Augenhöhle gelehnt wird. Diese Pulsationen zeigen zugleich die freie Funktionirung des inneren Apparates, der überhaupt nur mittels eines, seine Bodenplatte umgebenden elastischen Ringes *R* und nur bei einer 10° überschreitenden Abweichung des Zylinders *B* von der Lothrechten den letzteren berühren kann. Bei zusammengesetzten Nivellements wird das Instrument nicht freihändig, sondern in Verbindung mit einem entsprechenden Stativ angewandt.

In neuerer Zeit ist das Instrument auch zum Messen von Horizontalwinkeln eingerichtet worden. Zu dem Ende bewegt sich der Zylinder *B* des auf dem Stativ annähernd lothrecht gestellten Taschenniveaus zentrisch über einem etwa 6 mm hohen, von einem zweiten Boden getragenen und etwas vorspringenden Theilkreise. Nach unten trägt dieser zweite Boden eine die Zwinge des Griffs konisch umschliessende Zapfenhülse mit einer Nuth, in welche zur Feststellung des Theilkreises eine Schraube des Stativaufsatzes eingreift. Auf dem Mantel *B* befinden sich dann ferner zwei diametral einander gegenüberliegende Nonien.

Das Bohne'sche Taschenniveau soll vorzugsweise zu Terrainrekognoszirungen, zu Aufnahmen von Versuchs- und Quernivellements, sowie von Niveaukurven, zu nivellitischen Bestimmungen auf Bauplätzen u. dergl. dienen.

Metallbarometer (auch Feder-, Aneroid- oder Holosterik-Barometer genannt) werden hier nur von einem Mechaniker und zwar von O. Bohne fabrizirt. Das Metallbarometer ist gleich nach seinem Bekanntwerden als Zimmerbarometer in Aufnahme gekommen, als geodätisches Instrument hat es erst seit etwa 15 Jahren, wo man in Oesterreich anfing, dasselbe zu Eisenbahnvorarbeiten zu benutzen, Bedeutung erlangt. Ueber die Verwendbarkeit des Metallbarometers als Höhenmessinstrument oder als Schiffs- und Reisebarometer zu wissenschaftlichen Zwecken sind die Ansichten sehr getheilt.

In dem auf die Londoner Ausstellung wissenschaftlicher Apparate (1876) sich beziehenden Handbuch sagt der Direktor des Londoner Meteorological Office, Scott, über diese Instrumente Folgendes:

„Aneroid- und Metallbarometer finden häufig als Wettergläser Verwendung, können indess keinen Anspruch erheben, als wissenschaftliche Instrumente in gleichem Sinne wie die mechanischen Barometer betrachtet zu werden."

Wild, Direktor des K. russischen Zentral-Observatoriums zu Petersburg spricht sich in folgender Weise aus:

„Das auf die Elastizität sich stützende Aneroid schliesst in sich weder die Möglichkeit einer absoluten anfänglichen Bestimmung, noch einer späteren Kontrole seiner Richtigkeit; seine Angaben sind daher nur durch Vergleichung mit einem Quecksilberbarometer auf absolutes Maass zurück zu führen und es bedarf wegen der Veränderlichkeit der elastischen Kraft der Federn von Zeit zu Zeit wieder einer Kontrole durch das Quecksilberbarometer. Von einem vollständigen Ersetzen des letzteren durch das Aneroid kann also selbstverständlich keine Rede sein, sondern es kann sich nur darum handeln zu entscheiden, in wiefern und auf wie lange ein Aneroid ohne eine Kontrole durch ein Quecksilberbarometer zur Bestimmung des Luftdruckes gebraucht werden könne."

Andere Gelehrte halten dagegen das Metallbarometer geradezu für geeignet das Quecksilberbarometer zu ersetzen.

Der Hauptvortheil der Nivellements mit dem Metallbarometer gegenüber den geometrischen und trigonometrischen Nivellements besteht in der Schnelligkeit der Ausführung und ausserdem darin, dass jeder neue Punkt unabhängig vom vorhergehenden bestimmt wird. Die Metallbarometer sind ferner nicht zerbrechlich wie die Quecksilberbarometer; auch ist die bei letzteren vorhandene Möglichkeit des Eindringens von Luft in die Torricelli'sche Leere nicht vorhanden. Man darf aber nur nicht glauben, dass man weniger Sorgfalt zum Transport eines Metallbarometers als eines Quecksilberbarometers anzuwenden nöthig hat. Alle Metallbarometer, insbesondere die Naudet'schen, sind ihres komplizirten Uebertragungsmechanismus wegen vor Stössen und Erschütterungen ebenso in Acht zu nehmen, wie die Quecksilberbarometer. Der Transport eines Quecksilberbarometers ist mit grossen Unbequemlichkeiten verknüpft. Dass aber ein solches Instrument selbst auf einer Reise in unwirthbaren Gegenden vollkommen intakt erhalten werden kann, hat Refer. gezeigt. Auf seiner Reise in das Ost-Jordanland (1860) stand demselben nur ein einziges Barometer, ein Heberbarometer von J. G. Greiner hier, zur Verfügung. Ueber 500 Mal wurde dasselbe während der Reise geöffnet und geschlossen. Nach der Rückkehr nach Berlin zeigte dasselbe, verglichen mit dem Normalbarometer des meteorologischen Instituts, wie vorher, keinen Fehler. Es war derselbe metallische Anschlag, wie vorher, vorhanden. Das Glas war nicht im mindesten angegriffen. Und so konnte dieses Barometer ohne weiteres einer meteorologischen Station (Tilsit) als Beobachtungsinstrument überwiesen werden.

Bei allen Metallbarometern (das von Bourdon ausgenommen) ist der Motor ein flacher, nahezu luftleer gemachter Zylinder mit sehr starken Seitenwänden, dessen Endflächen durch 2 dünne Platten aus federhart gewalztem fehlerfreiem Neusilber oder Messing gebildet werden (Aluminiumbronzeplatten würden besser sein, lassen sich aber zu schwer löthen). In diese Platten sind konzentrische Rinnen eingedrückt, um die Bewe-

gungen, welche die Platten bei Veränderung des Luftdrucks machen, möglichst gleichmässig und den Druckänderungen proportional zu gestalten, was bei einer flach gespannten Büchse nicht erreicht werden könnte. Das erste Metallbarometer dieser Art wurde im Jahre 1847 von Vidi der Pariser Akademie vorgelegt. Die untere Endplatte des flachen Zylinders ist mit der Bodenplatte eines Gehäuses fest verbunden. Die Bewegung der oberen wird mittels eines Hebelmechanismus auf einen Zeiger übertragen. Dem Luftdruck entgegen wirkt eine Spiralfeder, die einerseits an der Bodenplatte des Gehäuses, andererseits an dem einen Ende eines auf 2 Schneiden ruhenden und mit der Büchse in Verbindung stehenden starken Hebels befestigt ist. Das Vidi'sche Barometer ist durch Naudet, Hulot & Co. verbessert worden. Die Spiralfeder ist nämlich durch eine Plattenfeder ersetzt, die einerseits mit der Bodenplatte des Gehäuses, andererseits mit dem Deckel der Büchse in fester Verbindung steht; hierdurch fällt die Reibung der Schneiden des Vidi'schen Hebels auf ihren Unterlagen fort. Die Stahllamelle hat die Tendenz, die beiden Endflächen der Büchse von einander zu entfernen, während der Luftdruck bestrebt ist, dieselben einander zu nähern. Mit der Stahllamelle ist ein Hebelarm verbunden, dessen in Folge der Luftdrucksänderung eintretende Bewegung mittels eines dem Vidi'schen ähnlichen Uebersetzungsmechanismus auf einen Zeiger übertragen wird.

Die Naudet'schen Barometer (auf der Rückseite tragen sie in der Regel das Zeichen P. $\frac{\text{H.}}{\text{N.}}$ B.), haben bis jetzt wohl die grösste Verbreitung gefunden. In der neuesten Zeit machen ihnen, wie es scheint, die Metallbarometer von Goldschmid und Weilenmann in Zürich, Deutschbein und Reitz in Hamburg erfolgreiche Konkurrenz.

Bei dem Goldschmid'schen Barometer wird die auf- und niedergehende Bewegung des Deckels der Büchse, unter Anwendung einer Fühlfeder, mittels einer Mikrometerschraube mit grosser Trommel entweder unmittelbar oder durch Hebelübersetzung vergrössert gemessen. Bei dem Metallbarometer nach Prof. Weilenmann (von Goldschmid zu beziehen) werden, um die zu messende Bewegung zu vergrössern und demzufolge die Empfindlichkeit des Instruments zu steigern, 5 Büchsen zusammengekuppelt. Die oberste trägt einen mit einer Marke versehenen vertikalen Stab. Mittels einer Mikrometerschraube mit grosser Trommel wird ein längs einer vertikalen Skale verschiebbares Mikroskop auf die erwähnte Marke eingestellt. Bei dem Metallbarometer von Deutschbein und Reitz trägt der mit dem Deckel der Büchse verbundene Hebelarm eine kleine, auf photographischem Wege hergestellte Skale und mittels eines festen Mikroskops wird hier die Ablesung ausgeführt.

Ueber die Verwendbarkeit dieser verschiedenen Systeme äussert sich Dr. Schreiber in seinem „Handbuch der Barometrischen Höhenmessungen", Weimar 1877, 120, wie folgt: „Das Aneroid von Bourdon ist fast vollständig aus dem Gebrauch verschwunden und wohl auch mit Recht, da es

sehr unzuverlässig zu sein scheint. Am meisten sind die Naudet'schen Instrumente und die ähnlich konstruirten englischer und anderer Fabrikanten verbreitet. Es zeichnen sich diese Instrumente durch exakte Arbeit aus und sie werden wohl, wegen ihrer Bequemlichkeit und relativen Billigkeit, sowie Genauigkeit, kaum durch ein anderes System aus der Ingenieurpraxis verdrängt werden. Bergsteiger bedienen sich mit Vorliebe der sehr kompendiösen Taschenaneroide englischen Ursprungs. Es haben dieselben die Grösse einer gewöhnlichen Taschenuhr. Jedoch kann die Genauigkeit derselben nur eine sehr ungenügende sein und sollte der wissenschaftliche Bergsteiger durchaus ein Goldschmid'sches Instrument bei sich führen.

Für geringere Höhen (unter 3000 m) wird wohl ein Weilenmann'sches Aneroid bei weitem den Vorzug verdienen. Bei Aufnahmen zu topographischen Zwecken oder Trazirungen u. s. w. wird man die Wahl zwischen Naudet und Reitz haben. Es hat das Reitz'sche Instrument noch den Uebelstand, dass durch verschiedene Einstellung des Mikroskops jedenfalls die Korrektion geändert wird, und sollte eine Fixmarke wie bei Weilenmann angebracht werden. Auf Schiffen und an meteorologischen Stationen, in Basisstationen bei Aufnahmen der Ingenieure sollte aber stets das System Reitz zur Anwendung kommen. Es wird dann wohl das bequemste und zuverlässigste Instrument sein."

Hinsichtlich der Einrichtung und Anwendung der Goldschmid'schen Barometer wird auf die vor zwei Jahren erschienene vortreffliche Arbeit von Dr. Koppe: „Die Aneroid-Barometer von Jacob Goldschmid und das barometrische Höhenmessen" verwiesen. Koppe wurde im Herbst 1872 mit der Bestimmung der Achse des Gotthard-Tunnels beauftragt und hat bei Gelegenheit der Ausführung dieser überaus interessanten und wichtigen Arbeit in den Jahren 1874 und 1875[1]) Gelegenheit gehabt, sich mit Metallbarometern, insbesondere den Goldschmid'schen, eingehend zu beschäftigen.

Die von Bohne ausgestellten Barometer sind ausschliesslich Barometer Naudet'scher Konstruktion. Bohne, welcher während einer längeren Zeit in Pariser Werkstätten, u. a. bei Secretan & Lerebours, thätig war, hat an dem Naudet'schen Barometer nicht unwesentliche Verbesserungen angebracht. Auf die Herstellung der Büchsen wird besondere Sorgfalt verwendet. Bohne gebraucht ein besonderes Verfahren, um die Büchsen nicht nur möglichst luftleer, sondern auch vollkommen frei von Feuchtigkeit zu erhalten. Es werden Instrumente mit einer und mit zwei über einander liegenden, gekuppelten Büchsen ausgeführt. Die in den Endflächen liegenden Spannungen, welche durch das Eindrücken der erwähnten konzentrischen Rinnen entstehen, werden durch wiederholtes starkes Erhitzen der Büchsen möglichst beseitigt. Was die Lage der gewellten Platten zu einander betrifft, so wird

[1]) Vgl. Ztschr. f. Vermessungswesen, Jahrg. 1875 u. 1876.

dieselbe durch die Stellung der Plattenfeder regulirt. Bei den zu meteorologischen Beobachtungen an demselben Orte bestimmten Instrumenten haben die Endflächen der Büchse bei dem mittleren Barometerstande des Ortes dieselbe Lage, die sie vor dem Auspumpen der Büchse hatten. Bei den zu Höhenmessungen bestimmten nehmen die Platten bei dem Barometerstande 760 mm eine nach einwärts gerichtete Lage an.

Bohne hat sich besonders bemüht, den Einfluss der Temperatur auf den Stand des Instruments innerhalb bestimmter Grenzen zu kompensiren. Mit der durch die Erwärmung der Dose wachsenden Oberfläche derselben tritt eine grössere Belastung durch die auf dieselbe wirkende Luftsäule ein. Die Dose wird dabei mehr zusammen gepresst und wird dadurch ein Steigen des Barometers bewirkt. (Die Spannkraft der in der Büchse noch in geringer Menge enthaltenen Luft wird durch die Temperaturerhöhung vermehrt und wirkt demgemäss der Zusammenpressung der Endflächen, also dem Steigen des Barometers, entgegen. Dies wird um so mehr der Fall sein, je grösser die Menge der in der Büchse enthaltenen Luft und je höher die Temperatur ist.) B. hat, um den Einfluss der Temperatur auf den Stand des Instruments möglichst aufzuheben, den mit der Plattenfeder verbundenen Hebelarm[1]), dessen auf- und niedergehende Bewegung ja gemessen wird, mit einem zweiten, gleichfalls an der Plattenfeder befestigten Arm mittels eines Schiebers in Verbindung gebracht. Dieser Arm ist nach Art eines Metallthermometers aus zwei verschiedenen zusammengelötheten Metallstreifen hergestellt, von welchen der am stärksten sich ausdehnende zu unterst liegt. Mit dem Steigen der Temperatur wird dieser Hebelarm sich nach oben krümmen, dem Steigen des Barometers also entgegen wirken, beim Fallen der Temperatur wird er sich nach unten krümmen und demnach dem Fallen des Barometers entgegen wirken[2]). Bohne behauptet, auf diese Weise die Barometer für das Temperaturintervall 0 bis 60° C. kompensiren zu können. Durch diese Verbesserung wird der Werth des Naudet'schen Barometers als Messinstrument bedeutend erhöht und, wenn auch die für jedes Exemplar erforderliche Vergleichung mit einem Quecksilberbarometer nicht entbehrlich ist, so wird doch die Ermittelung der Beziehung der Angaben beider Instrumente vereinfacht.

Die Vergleichung des Metallbarometers mit dem Quecksilberbarometer soll bei verschiedenen Barometerständen stattfinden. Dies kann nun geschehen, entweder indem man die Vergleichung an verschiedenen ungleich hoch gelegenen Orten vornimmt (ein kostspieliges Verfahren), oder indem man die Vergleichung an demselben Orte unter der Luftpumpe ausführt. Dies letzte Verfahren ist, abgesehen von dem Kostenpunkte, deshalb vor-

[1]) Vgl. Fig. 315 u. 316 in Bauernfeind, Elem. der Vermessungskunde 5. Aufl. Bd. 1, 423, oder Hartner, Handbuch der niederen Geodäsie. 5. Aufl., 575, Fig. 334.

[2]) Es scheint, dass Naudet, Hulot & Co. schon versucht haben die Barometer in dieser Weise zu kompensiren, vgl. Höltschl, die Aneroide, Wien 1872, 87.

zuziehen, weil man im Stande ist, das Verhalten der Büchse bei rasch eintretenden Druckänderungen kennen zu lernen, und weil eine Aenderung der Beziehungen beider Barometer in Folge der Aenderung der Schwere (die ja vorhanden ist, wenn man den Ort der Vergleichung in vertikaler oder horizontaler Richtung ändert) bei diesem Verfahren ausgeschlossen ist. Das Verhalten des Quecksilberbarometers und des Metallbarometers bei Veränderungen der Schwere ist deshalb verschieden, weil auf die Federkraft des letzeren Aenderungen der Intensität der Schwere ohne Einfluss sind, während sie sich auf die Luftsäule und die ihr das Gleichgewicht haltende Quecksilbersäule in derselben Weise äussern. Macht man also mit einem Quecksilberbarometer und einem damit übereinstimmenden Metallbarometer eine Reise in der Richtung von Süden nach Norden, so wird der Stand des Quecksilberbarometers gegen den des Metallbarometers abnehmen müssen. Diesen Umstand hat man benutzt, um aus den Differenzen, welche die beiden Instrumente in sehr verschiedenen Breiten zeigen, die Abplattung der Erde zu bestimmen. Bei Beobachtung der beiden Barometer in verschiedenen Höhen würde man wahrnehmen, dass die Angabe des Metallbarometers hinter der des Quecksilberbarometers zurück bleibt. Aus diesem Grunde wird eine kleine Korrektion der Vergleichstabellen, welche mittels der Luftpumpe erhalten werden, erforderlich sein.

D. Längenmessinstrumente.

Stahlmessbänder von 20 m Länge, in Dezimeter getheilt, waren u. a. ausgestellt von Clément und Sprenger. Wenn die für die Aufnahme der sogen. Kettenstäbe bestimmten Endringe nur um einen Bolzen drehbar sind, so ist sehr leicht ein Verdrehen oder Verkanten des Bandes und in Folge dessen ein Bruch desselben möglich. Bei den Sprenger'schen Messbändern sind die Endringe um zwei zu einander senkrechte Bolzen drehbar, ein Verkanten des Bandes, wie dasselbe auch gelegt werden mag, daher unmöglich (D. R.-P. No. 6287).

Schrittmesser (Pedometer), welche hier in vielen Geschäften zu haben sind, waren auf der Ausstellung nicht vorhanden.

E. Instrumente für Flächeninhaltsermittelung und Zeicheninstrumente.

Polarplanimeter von bekannter Konstruktion waren von Bamberg, Sprenger und Blankenburg ausgestellt. Instrumente, bei welchen (zur möglichst genauen Bestimmung kleiner Flächenabschnitte) ein Pantographensystem mit Pol und Fahrarm verbunden ist, wie solche z. B. von Ott & Coradi in Kempten geliefert werden, waren nicht vorhanden. Ebenso

fehlten auf der Ausstellung die jetzt so vielfach angewandten Rechenschieber. Dieselben werden von Paris (Tavernier-Gravet) oder Dennert & Pape in Hamburg bezogen.

Einen sogen. freischwebenden Metallpantographen in der Weise, wie ihn Ott & Coradi in Kempten zuerst ausgeführt haben (vergl. Bauernfeind, Elem. der Vermessungskunde V. Aufl. Bd. II, 465), hatte Sprenger ausgestellt. Das Instrument (Fig. 55) hängt mittels gespannter Drähte an

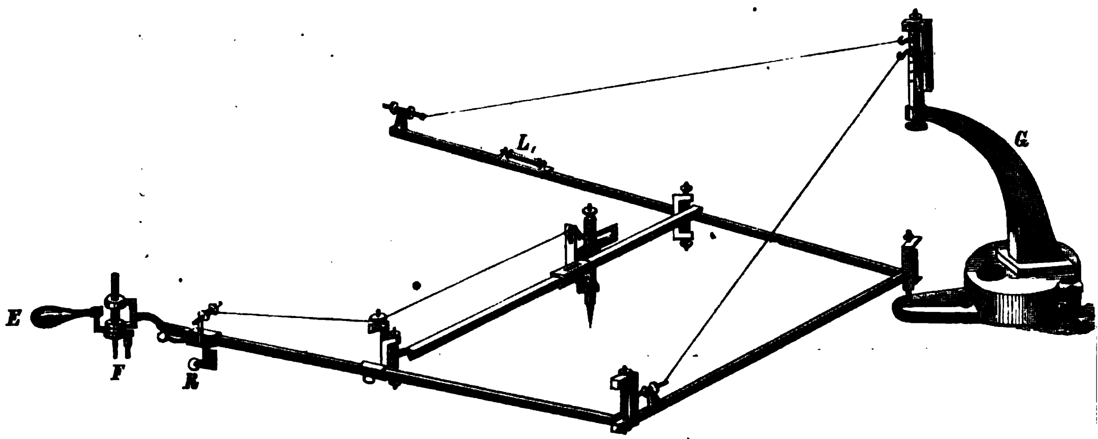


Fig. 55.

einem gusseisernen krahnartigen Gestelle G, nur in der Nähe des Fahrstifts F ruht das Instrument mittels einer Rolle R auf der Tischplatte. Ein Elfenbeingriff E dient als Führer. Mittels einer am Gestelle befindlichen Dosenlibelle L wird die Achse desselben vertikal gestellt. Die Horizontalstellung des Instruments wird mittels einer Röhrenlibelle L_1 kontrolirt. Die Führung des Instruments ist in Folge des Wegfalls der sonst üblichen Rollen eine sehr leichte, ausserdem kann ein Zeichentisch von viel kleineren Dimensionen, als dies gewöhnlich der Fall ist, verwandt werden.

Von Sprenger waren verschiedene Exemplare der demselben patentirten Ziehfedern ausgestellt[1]): Die Ziehfeder mit Keilstellung (Fig. 56) unterscheidet sich von den üblichen Ziehfedern dadurch, dass die Stellung der beiden Backen nicht durch eine dieselbe verbindende Schraube, sondern durch Verschiebung eines langen achsial gelagerten Stiftes s, mittels einer am Ende des Stieles befindlichen Schraube, erzielt wird. Als Vorzüge der Feder werden geltend gemacht, dass eine seitliche Verschiebung der Spitzen (die bei der älteren Konstruktion dann leicht eintreten kann, wenn die

[1]) Vergl. Deutsche Bauzeitung 1878, 18.

Schraube etwas exzentrisch gedreht oder abgenutzt ist), nicht möglich wird, sowie dass die Feder von beiden Seiten gebraucht werden kann, und deshalb sich gleichmässiger abnutzt. Die sogen. Kurvenziehfeder (Fig. 57)



Fig. 56.

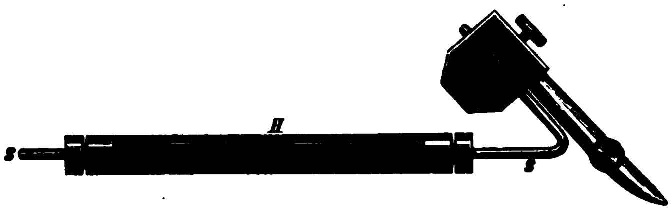


Fig. 57.



Fig. 58.

dient zum Ausziehen von Kurven aus freier Hand. Die Feder, welche sich mittels des Stiftes *s* lose in dem Holzstiel *H* dreht, wird so geführt, dass der letztere möglichst senkrecht zum Papier gerichtet ist. Die Feder selbst nimmt alsdann eine zum Papier geneigte Lage an. Vermöge ihres exzentrischen Schwerpunktes folgt die Feder sehr leicht jeder Richtungsveränderung. Neben der hier dargestellten einfachen Feder wird auch eine doppelte oder sogen. Wegeziehfeder zum Ausziehen von Parallelkurven hergestellt. Bei der in Fig. 58 dargestellten Kurvenziehfeder von Sprenger ist die Spitze gleichfalls exzentrisch gegen die Drehachse der Feder im Stiel *A* angeordnet, so dass sich diese von selbst in die Richtung des Zuges stellt. Diese Feder gestattet ein noch sicheres Arbeiten als die in Fig. 57 dargestellte, da der Zeichner dieselbe näher an die auszuziehende Kurve heranführen kann, als jene. Der Knopf der Schraube *a* ist mit einer Theilung, die Feder selbst mit einer Marke versehen, um verschiedene Strichstärken inne halten zu können. Wird die am oberen Ende des Stieles befindliche Mutter *b* angezogen, so lässt sich die Feder feststellen und als gewöhnliche Ziehfeder benutzen.

Clément hatte verschiedene Reisszeuge, Zeichenmassstäbe, u. a. einen sogen. Universalmaassstab, bei welchem die Bezifferung so eingerichtet ist, dass dieselbe Theilung für verschiedene Massstäbe 1/2, 1/4, 1/5, 1/10 u. s. w. leicht benutzt werden kann, und ausserdem den ihm patentirten Schraffirapparat (Fig. 59) (D. R.-P. No. 5468) ausgestellt. An das hölzerne Lineal *A* wird das Dreieck *B* durch die Führungen an den Platten *c* und *d* so gehalten,

dass es sich nur in der Längsrichtung des Lineals hin- und herbewegen kann. Die Einstellung der geforderten Strichweiten geschieht durch Verschiebung der Platte d auf dem Lineal gegen die Theilung derselben. Die Grifflöcher e dienen dazu, um beim Gebrauch das Dreieck

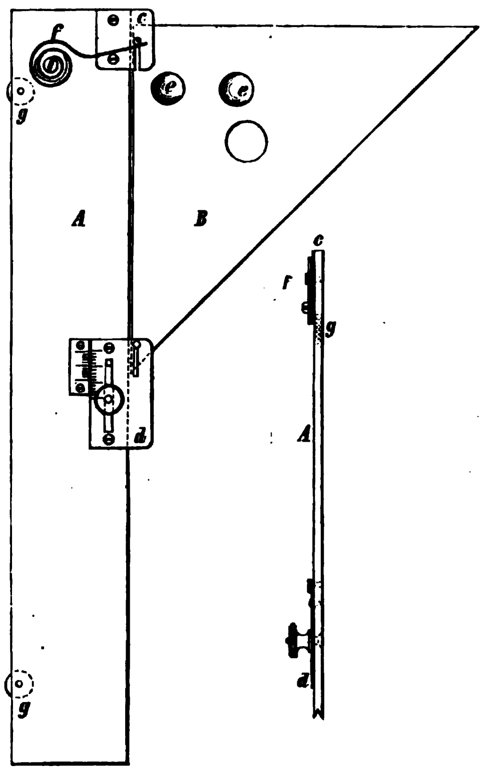


Fig. 59 (1/3 natürl. Gr.).

B bequem und sicher schieben oder niederdrücken zu können. Durch die Feder f wird bezweckt, das Lineal A um die eingestellte Strichweite gegen das Dreieck fortzubewegen. Die Rollen g haben den Zweck, die Reibung zu verringern, wenn der Apparat gegen die Reissschiene gelegt wird und an derselben entlang geführt werden soll. Der Apparat wird auf die bestimmte Strichweite eingestellt, in die erforderliche Richtung auf die Zeichenebene gelegt, hierauf das Dreieck mit dem Mittel- und Zeigefinger, das Lineal aber mit der Hand und dem kleinen Finger niedergedrückt und der Strich gezogen. Alsdann hebt man Hand und kleinen Finger etwas vom Lineal ab, damit die Feder f, die gegen den auf dem Dreieck

befestigten Führungsstift drückt, das Lineal um die eingestellte Strichweite gegen das Dreieck zurückschieben kann.

Von Dörffel war eine sehr reichhaltige Sammlung von Reisszeugen sowie einzelner Zirkel und Ziehfedern ausgestellt. Die Fabrik befindet sich hier am Platze. Es wird der beste englische Gussstahl verwendet. Die Muttern bei Nullen- und Theilungszirkeln sind von Stahl, die Gewinde tief geschnitten, so dass das sonst häufig eintretende Ueberschrauben, welches durch die Spannung der Federn entsteht, vermieden wird. Die Ziehfedern werden aus einem Stück Rundstahl gefräst. (Das Zusammensetzen der Ziehfeder aus zwei Blechstücken mittels Löthen hat verschiedene Nachtheile.) Die Ziehfederschrauben sowohl wie deren Köpfe sind von Stahl.

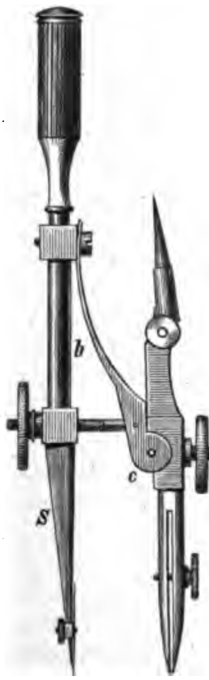


Fig. 60.

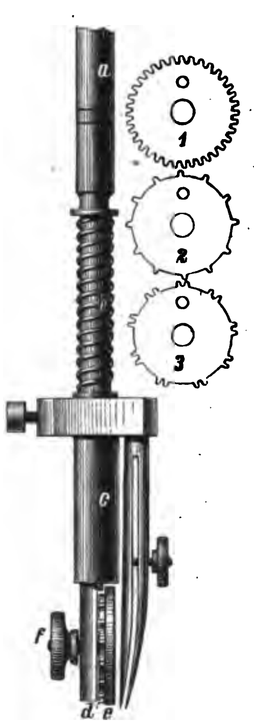


Fig. 61.

Besonders hervorzuheben sind der Nullenzirkel für Bleirohr und Ziehfeder (Fig. 60). Das die letzteren beiden Theile enthaltende Stück ruht mit einem Halbzylinder in einem entsprechenden Lager *c* des federnden Theiles *b*, welcher die Verbindung mit dem anderen Schenkel *S* des Zirkels herstellt. Wird die Klemmschraube *a* hinreichend gelöst, so

kann man das erwähnte Stück aus dem Lager *c* heraufziehen und hierauf so drehen, dass Bleirohr und Ziehfeder ihre Stellen wechseln. Dieses Stück ist also um zwei zu einander senkrechte Achsen drehbar.

Ferner waren ausgestellt der nach französischem Modell hergestellte Universal- oder Kampagnezirkel mit verbesserter Zentralspitze, die nicht an den Zirkelfuss angeklemmt, sondern in denselben eingeschraubt wird, und die Punktirziehfeder (Preuss. Patent) (Fig. 61). An den Elfenbeinstiel *a* ist eine Stahlstange *b* angeschraubt, auf welcher sich das Stück *c*, welches die Ziehfeder trägt, schiebt. Dieser Theil trägt an seinem unteren Ende eine Stahlnase, welche durch die auf den Stift *b* geschobene stählerne Spiralfeder gegen das die Punktirung bewirkende Zahnrad *d* gedrückt wird. Letzteres ist verbunden mit dem Laufrädchen *e* und drehbar auf der Achse *f* befestigt. Beim Gebrauch wird die Ziehfeder senkrecht in der Hand gehalten, das Laufrädchen auf das Papier gesetzt und nun mit mässigem Druck gezogen, wie wenn man mit der gewöhnlichen Ziehfeder zieht. Durch das Ziehen dreht sich das Laufrädchen und mit ihm das die Punktirung bewirkende Zahnrädchen; hierdurch wird die Stahlnase mit dem Stück *c* und der daran befindlichen Ziehfeder gehoben und gesenkt. Ist sie gehoben, so berührt sie das Papier nicht, andernfalls liegt sie auf dem Papier auf und zeichnet. Hierdurch entstehen die unterbrochenen oder punktirten Linien. Durch Einsetzen verschieden geformter Zahnräder 1, 2, 3, ist man im Stande, die verschiedensten Punktirungen hervorzurufen. Das Wechseln der Räder kann leicht geschehen, wenn die Mutter bei *f* gelöst und die Achse herausgezogen wird.

Endlich ist noch der sogen. Ovalzirkel von Dörffel bemerkenswerth. Dieser Zirkel hat in seinem Aeussern viel Aehnlichkeit mit einem gewöhnlichen Zirkel. Auf dem einen vertikal zu stellenden Fusse ist ein Metallstück verschiebbar, dessen Querschnitt an dem untern Ende ein Kreis und an dem oberen Ende eine flache Ellipse ist. Dieses Stück dient einem mit dem andern Zirkelfuss verbundenen kleinen Laufröllchen als Gleitfläche. Beim Drehen des Zirkels um den vertikal gestellten Fuss wird von der Spitze des anderen Fusses ein Oval beschrieben, dessen Gestalt von der Stellung der Laufrolle zu dem erwähnten Metallstücke, und dessen Grösse von der Stellung des letzteren auf dem vertikalen Zirkelfuss abhängig ist.

III. Instrumente für topographische Aufnahmen.

Berichterstatter:

J. Kaupert, Landesvermessungsrath.

Für militärisch-topographische Aufnahmen zu verwendende geodätische Instrumente als: Messtischapparate, Aneroidbarometer, kleinere Nivellirinstrumente, Pantographen u. s. w. waren von Amuel, Bandermann, Blankenburg, Bohne, Bonsack, Clément, Dörffel, Meissner und Sprenger ausgestellt.

Von hervorragendem Interesse für diesen Zweig der Geodäsie war der von Sprenger ausgestellte Generalstabsmesstisch mit Kippregel (vergl. S. 84). Es ist dieses das seit 1875 in der topographischen Abtheilung der Kgl. Preussischen Landesaufnahme eingeführte Modell. Dieser Apparat ist in der „Instruktion für die Topographen der topographischen Abtheilung der Kgl. Preuss. Landesaufnahme Heft I und II," sowie im „Militär-Handlexikon von Aug. Niemann, Stuttgart 1877" unter Artikel „Messtisch" ausführlich beschrieben und abgebildet.

Der Apparat ist besonders aus dem Gesichtspunkte konstruirt, für topographische Aufnahmen in den Verjüngungen von 1 : 25000 bis 1 : 2500 zu dienen und erfüllt die Bedingungen:

eines korrekten graphischen Winkelmessers,
eines Vertikalwinkelmessers,
eines Nivellirinstrumentes,
eines graphischen Bussolenapparates und
eines mikrometrischen Distanzmessers.

Das zweckmässige, leichte und grosse Festigkeit gewährende hölzerne Stativ trägt den Aufsatz oder Stativkopf, dessen 15,6 cm lange Bewegungsachse eine sanfte, gleichmässige Horizontalbewegung des Tellers gestattet; die Ringklemmvorrichtung bewirkt die Arretirung rasch und vollkommen, die Mikrometerschraube (Integralschraube) vermittelt eine vortreffliche Feinbewegung. Alle Theile des Apparates (ausschl. Stativ und Messtischplatte) sind aus Messing und Rothguss angefertigt. Die Verbindung der Messtischplatte mittels der drei grossen Pressschrauben mit dem Teller des Aufsatzes ist eine vollkommene zu nennen. Die erzielte Festigkeit des eigentlichen Messtisches (Stativ, Aufsatz und Messtischplatte) lässt nichts zu wünschen übrig, die Horizontalstellung der Platte ist für alle Bodenverhältnisse rasch und sicher auszuführen.

Auf dem Lineale der Kippregel befindet sich der dreibeinige Bockständer, welcher das Fernrohr mit der Vertikalwinkelmessvorrichtung trägt; die Horizontalstellung der Messtischplatte ist durch die auf dem Lineale befindliche Dosenlibelle, sowie auch (erheblich genauer) durch die an dem

Bockständer, parallel mit der Linealkante, angebrachte Röhrenlibelle zu bewirken.

Das Fernrohr mit einer 30maligen Vergrösserung ist zum Durchschlagen, das Fadenkreuz desselben zum Distanzmessen nach Reichenbach's Vorgange eingerichtet und trägt eine Reversionslibelle. Den Vertikalkreis bilden zwei Kreisbogensegmente von 19,6 cm Durchmesser in $^1/_3$ Grade getheilt, welche durch einen Kreisbügel verbunden und durch diesen mit dem Bockständer zusammengeschraubt sind; dadurch werden Bockständer und Vertikalkreis ein fest verbundenes Ganze, sozusagen ein Stück, und jede Verschiebung des Vertikalkreises fast unmöglich gemacht. Die am Fernrohre befindlichen Nonien lassen eine Minute unmittelbar, ohne Hülfe einer Handlupe, ablesen und $^1/_2$ Minute schätzen; das Fernrohr ist aequilibrirt. Das Mikrometerwerk des Vertikalkreises, am Bockständer befestigt, bewirkt eine sehr gleichmässige Feinbewegung. Die unter dem Bockständer parallel der Linealziehkante angebrachte Orientirbussole (mit 12 cm langer Magnetnadel und Arretirvorrichtung für diese) erfüllt die Bedingung eines graphischen Bussolenapparates vortrefflich; sie ermöglicht die Orientirung der Messtischplatte mit grosser Genauigkeit, abgesehen jedoch von örtlichen mineralogischen Einflüssen. Die Einrichtung des Fadenkreuzes im Fernrohre zum Distanzmessen hat der Kippregel die Bezeichnung „entfernungsmessende“ gegeben; eine Distanzlatte zum Ablesen der Entfernungen, welche auch zugleich als Nivellirlatte verwendet werden kann, war vom Mechaniker nicht ausgestellt; die Theilung derselben ist gewöhnlich 3 m lang und in 60 gleiche Theile getheilt; die beiden Distanzfäden des Fadenkreuzes sind so gestellt, dass das von denselben abgegrenzte scheinbare Bild im Fernrohre zur wahren Entfernung sich wie 1 : 100 verhält, ein Lattentheil also den Werth von 5 m Entfernung ergiebt. Jeder Theil der Kippregel hat zweckentsprechende, gut funktionirende Justirschrauben, vermittels welcher dieselbe (von einem Standpunkte aus) so justirt zu werden vermag, dass die oben angegebenen Bedingungen erfüllt werden. Die Justirung geschieht auf einer besonders dazu gefertigten metallenen Normalebene, im Felde auf der Messtischplatte.

Unter der Voraussetzung, dass die Handhabung des Apparates mit Sachkenntniss, Geschick und Vorsicht ausgeübt werde, lassen sich mit diesem Apparate vortreffliche Resultate erzielen. Der mit Leder überzogene Tragkasten für die Kippregel, in welchen dieselbe eingelegt (nicht eingeschoben) wird, ist so praktisch, dass bei gewöhnlichem Transporte und mässiger Vorsicht keine Beschädigungen am Instrumente eintreten können.

Das Gewicht der Kippregel ist zwar der raschen Handhabung derselben bei Ausführung von Visuren nicht eben förderlich, wie dieses die leichtere Breithaupt'sche Kippregel alter Konstruktion war, es sind jedoch deren sonstige Vorzüge so erheblich, das man das etwas grössere Gewicht derselben gern mit in den Kauf nehmen wird.

Der von **Meissner** ausgestellten, sehr anerkennenswerth gearbeiteten **Kippregel dänischer Konstruktion**, seit etwa 1852 ebenfalls bei der preuss. Landesaufnahme eingeführt, können nicht die Vorzüge des vorstehend erwähnten Modelles nachgerühmt werden. Eine andere Kippregel mit Fernrohr zum Umlegen nähert sich der vorbeschriebenen Konstruktion.

Lobende Erwähnung verdienen die von **Meissner** ausgestellten, als neu und praktisch aus Eisen und auch aus Rothguss gefertigten **Stativteller** für Nivellirinstrument und Messtisch; dieselben zeigen grosse Festigkeit ohne Gewichtserhöhung gegenüber den hölzernen Stativkopftellern.

Von der Verwendung des Messtischapparates zu Generalkatastervermessungen, wie dieses in Bayern, Württemberg u. s. w. ehemals geschah, ist die neuere Geodäsie, und zwar mit vollem Rechte, ganz abgegangen; nur für die Lösung einzelner Aufgaben der Feldmesser ist derselbe noch mit entschiedenem Nutzen zu verwenden. Da, wo jedoch nur graphische Resultate erzielt werden sollen, wie dieses für die Gewinnung des Grundrisses bei allen topographischen Aufnahmen der Fall ist, tritt der Messtisch in seine Rechte und ist für diesen Zweck ein vortreffliches Instrument.

Kann die topographische Situation eines Landes den Generalkatasterkarten durchweg entnommen, also durch Reduktion mittels des Pantographen in Messtischblätter gebracht werden, so bleibt für die Herstellung der topographischen Karte nur noch der nivellitische Theil für die Darstellung der Oberflächenformen zu erledigen; für diesen Fall kann bei zahlreich ausgeführten geometrischen Nivellements zur Gewinnung von Höhenkoten auch das **Aneroidbarometer** als Interpolationsinstrument zur nützlichen Verwendung kommen, wie dieses bei Herstellung der topographischen Karte des Hamburger Stadtgebietes durch Verwendung des Reitz'schen Aneroidbarometers geschehen ist. **Bohne** hat etliche für solche Zwecke dienende Aneroidbarometer ausgestellt, deren höchst sorgfältige Arbeit die Erzielung günstiger Resultate erwarten lässt (vergl. S. 118 f).

Nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen (siehe Neue Milit. Blätter 1879 April-Heft, über Höhenmessung mit Aneroidbarometern) kann das Aneroidbarometer nur zu Interpolationsmessungen bei topographischen Landesaufnahmen in Anwendung kommen. Ein zahlreiches Höhenkotennetz, erlangt durch geometrisches und trigonometrisches Nivellement, muss den einzuschaltenden Aneroidbestimmungen Anhalt geben. In solchen Terrainabschnitten jedoch, wo kein ausreichendes Katastermaterial vorliegt und die Grundrissaufnahme nur durch den Messtisch gewonnen werden kann, tritt die Verwendung des Aneroides fast ganz zurück. Ihre Vortheile gegenüber den Kippregelbestimmungen liegen darin, dass das Aneroid unabhängig ist von einem freien Visurfelde und der Bedeckung des Bodens und eine Zeitersparniss dadurch eintritt, dass die Distanzlatten und Vertikalwinkelablesungen in Wegfall kommen. Dagegen aber darf nicht ausser

Acht gelassen werden, dass mittels des Messtischapparates Höhenpunkte durch Anvisirungen aus der Entfernung bestimmt werden können (Felsenspitzen, Waldhöhenspitzen u. s. w.), ohne dieselben nur zu betreten, ein besonders für Gebirgsterrain nicht zu unterschätzender Vorzug.

Unter den für topographische Aufnahmen zur Verwendung kommenden Nivellirinstrumenten sind nur diejenigen zu erwähnen, welche ihrer Konstruktion nach sich zwar den grösseren nähern, jedoch kleiner und damit handlicher werden; ein Horizontalkreis an denselben ist ganz zu entbehren. Als verwendbar und sehr gut in der Ausführung sind zu bezeichnen die Nivellirinstrumente von Bonsack, Dörffel, Meissner und Sprenger; das von letzterem ausgestellte Instrument ist mit einer Reversionslibelle versehen.

Der von Sprenger ausgestellte Pantograph (vergl. S. 124) dient den Zwecken der für die Kgl. Preuss. Landesaufnahme anzufertigenden Reduktionen, sowohl aus Katasterkarten als auch für die Verkleinerung der Originalmesstischblätter. Derselbe ist ganz aus Messing, die Stangen 0,8 m lang, aus dreikantigem hart gezogenen Rohr und freischwebend, hier sind also keine Laufrollen unter den Achsen; der Drehpunkt liegt in einem Eckpunkte des beweglichen Quadrates, diesem gegenüber der Führungsstift und auf der verschiebbaren Stange zwischen beiden der Zeichenstift. Ein schweres krahnartiges Gestell von Gusseisen bildet nicht allein die höchst zweckmässige Stütze des Drehpunktes, sondern es gehen auch von hier aus Metalldrähte nach den beiden Schenkeln, deren Verbindung dieselben schwebend erhalten, die Laufrollen also entbehrlich machen. Die Stangen haben Millimetereintheilung nebst Nonien; die Horizontalstellung des Pantographentisches sowie des Instrumentes selbst wird mittels einer Röhrenlibelle bewirkt. Die Ausführung des Instrumentes ist präzis, sein Gebrauch ein leichter und liefert dasselbe gute Resultate.

Die nautischen Instrumente.

Berichterstatter:
Dittmer, Korvettenkapitän im Marinestab.

Die Berliner Präzisionsmechanik hat schon seit einer Reihe von Jahrzehnten in der Herstellung von nautischen Instrumenten recht Tüchtiges geleistet. Vor mehr als 30 Jahren entstand die inzwischen leider wieder eingegangene Firma Pistor & Martins, welche durch die Konstruktion ihres bekannten Spiegelprismenkreises einen bedeutenden Erfolg errang. Die Spiegelsextanten und Oktanten aus dem Atelier von Oertling schafften sich schon vor langer Zeit einen allgemeinen Eingang bei den deutschen Seefahrern. Sowohl diese Instumente, als auch Chronometer der bekannten Firma Tiede fand man schon in den fünfziger Jahren auf vielen Schiffen unserer Kriegs- und Handelsflotte.

Erst als nach der Gründung des Deutschen Reiches von Seiten der Kaiserlichen Admiralität energische Schritte gethan wurden, um die Präzisionsmechanik zu fördern, konnte diese in der Herstellung nautischer Instrumente zu den Fortschritten gelangen, von welchen die Ausstellung in so erfreulicher Weise Zeugniss giebt. Dank den gemeinsamen Bestrebungen der Kaiserlichen Admiralität und der Mechaniker ist die Entwickelung innerhalb der letzten zehn Jahre eine so erhebliche gewesen, dass viele Instrumente, welche früher in guter Qualität nur vom Auslande zu beziehen waren, zur Zeit hier nicht nur hergestellt, sondern auch besser als im Auslande angefertigt werden. Es lag in der Natur der Sache, dass hierdurch strebsame und tüchtige junge Mechaniker zu Leistungen und selbstständigen Schöpfungen angespornt wurden und dass eine Zahl von jungen Firmen entstand, welche die alten zum Theil überflügelten.

Wir gehen nunmehr zur Besprechung der ausgestellten Instumente über.

A. Astronomisch-nautische Instrumente.

Es muss vorausgeschickt werden, dass unter den ausgestellten astronomisch-nautischen Instrumenten Neukonstruktionen nicht vorhanden waren.

Der Oktant, Sextant und Spiegelprismenkreis sind durch neue Erfindungen noch nicht verdrängt worden. Die Mechaniker haben sich aber der Vervollkommnung dieser Instrumente mit dankenswerthem Eifer hingegeben.

Da die ausgestellten Instrumente sich von denjenigen, welche in nautischen Hand-[1]) und Lehrbüchern beschrieben sind, nicht unterscheiden, nehmen wir hier von einer Beschreibung Abstand und beschränken uns auf die Erwähnung der Verbesserungen.

H. Häcke stellte Sextanten, Oktanten und Prismenkreise aus, unter anderem einen 10zölligen Kreis[2]) nach dem Modell der in der Kaiserlichen Marine eingeführten. Das Instrument ist in Fig. 62 dargestellt.



Fig. 62.

Ein Stativ, womit es versehen ist, soll zu genauen Beobachtungen am Lande, zu welchen sich auf den Reisen der Schiffe der Kaiserlichen Marine mitunter Gelegenheit bietet, dienen. An Bord ist es mit Stativ nicht verwendbar, weil man dort das Instrument beim Beobachten fortwährend in der Hand balanziren muss.

---

[1]) Eine eingehende Beschreibung des Spiegelprismenkreises findet sich in dem Handbuch der Navigation. Herausgegeben vom hydrographischen Büreau der Kaiserlichen Admiralität, 216 u. f.

[2]) Der Kreis hat 26,15 cm Durchmesser. Man ist in der Mechanik bei der Bezeichnung dieser Instrumente von der alten Masseinheit noch nicht ganz abgegangen, wie auch der Katalog mehrfach ergab.

Ein genau analog gebautes Instrument von 6 Zoll (15,69 cm) Durchmesser, welches auch die genannte Firma ausstellte und das in der Kaiserlichen Marine ebenfalls eingeführt ist, unterscheidet sich von dem erstgenannten nur durch geringeres Gewicht und demzufolge grössere Handlichkeit, weshalb man es auch mit einem Stativ in der Regel nicht versieht; nur hat dies Instrument des geringeren Umfanges seines Kreises wegen eine nicht so weit gehende Theilung. Unter den von derselben Firma ausgestellten Sextanten ist besonders ein aus einer Legirung von 95 % Aluminium und 5 % Silber gefertigter zu erwähnen, dessen Gewicht nur 0,65 kg beträgt, während ein derartiges, in Messing hergestelltes Instrument ein Gewicht von 1,225 kg hat. Da jedoch diese Legirung trotz der Beimengung von Silber von Alkalien, also auch von Seewasser, sehr stark angegriffen wird und da auch die Theilung auf demselben Metall und nicht wie bei den übrigen auf Silber ausgeführt ist, so kann das Instrument nicht als dauerhaft bezeichnet werden. Bei vier Sextanten dieser Art, welche in der Kaiserlichen Marine in Verwendung sind, hat sich der Uebelstand, dass die Theilung durch Berührung mit Salzwasser undeutlich wird, auch fühlbar gemacht. Da andererseits das Aluminium keine Verbindung mit Quecksilber eingeht, Silber dagegen durch Berührung mit Quecksilber beschädigt wird, so werden diese Instrumente dort besonders gute Verwendung finden, wo, wie auf Navigationsschulen, viel oder ausschliesslich über Quecksilberhorizonten beobachtet wird.

Ein ebenfalls von Häcke ausgestellter Oktant ist den Sextanten analog konstruirt. Der Körper ist aus Messing hergestellt. Die Theilung ist wie bei den Sextanten auf Silber ausgeführt und ermöglicht eine Ablesung bis auf 30 Sekunden. Neben einem astronomischen Fernrohr Huygens'scher Konstruktion ist das Instrument wie auch die Sextanten mit einem galileischen Fernrohre ausgestattet. Die astronomischen Fernrohre haben bei allen erwähnten Instrumenten zwei Okulare mit verschiedener Vergrösserung.

Folgende Tabelle giebt über die Häcke'schen Instrumente alle Daten von Interesse.

Bezeichnung des Instrumentes.	Durchmesser der Kreise, bezw. Radius der Sextanten.	Gewicht.	Ablesung.	Exzentrizitätsfehler.	Vergrösserung der Fernrohre: astronomisches.	Vergrösserung der Fernrohre: terrestrisches.
10 zölliger Spiegelprismenkreis . .	10″ = 26,15 cm	1540 Gramm	10 Sek.	—	9- und 6 fach	3 fach
6 zölliger Spiegelprismenkreis . .	6″ = 15,69 cm	850 „	20 „	—	6 fach	3 „
Sextant mit Messingkörper	7,5″ = 19,62 cm	1240 „	10 „	10 bis 15 Sek	9- und 6 fach	3 „
Aluminium-Sextant .	7,5″ = 19,62 cm	650 „	10 „	20 Sek.	9- und 6 fach	3 „
Oktant	—	1480 „	30 „	40 bis 50 Sek.	9- und 6 fach	3 „

Die von derselben Firma ausgestellten Prismen für Spiegelkreise, Planspiegel, fertigen Gläser und Okulargläser für astronomische Fernrohre von Spiegelinstrumenten waren von tadelloser Beschaffenheit. Es verdient erwähnt zu werden, dass Häcke sich der Herstellung dieser Gegenstände mit grossem Erfolg und Eifer hingiebt. Es ist ihm bereits gelungen, alle Glastheile seiner Instrumente selbst herzustellen. Die Objektivgläser der Fernrohre bezieht er zur Zeit noch aus Frankreich, hofft jedoch auch diese in kurzer Zeit selbst zu fertigen.

Ein von Häcke ausgestellter künstlicher Horizont von Glas verdient nicht nur wegen der tadellosen Arbeit, welche man an demselben wahrnahm, sondern auch um deswillen Erwähnung, weil er geeignet scheint, den jetzt allgemein verwendeten Quecksilberhorizont zu verdrängen. Er ist zwar nicht so genau als dieser, indem die Libelle, mit der er zur Horizontirung versehen ist, nur eine Einstellung auf 10 Sekunden garantirt, hat aber den grossen Vorzug, dass man von Erschütterungen des Bodens und den Einwirkungen des Mondes bei der Beobachtung unabhängig ist. Das in Fig. 63

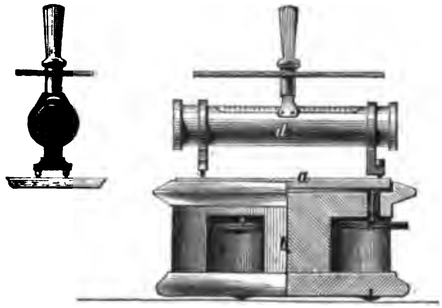


Fig. 63.

abgebildete Instrument besteht aus einer runden, starken, auf der oberen Fläche planpolirten, dunkelgefärbten Glasplatte *a*, die auf den abgerundeten Spitzen dreier in einer Holzschale *b* befindlichen Stellschrauben *c* aufliegt und vermittels derselben mit Hülfe einer Libelle *d* von 10 Sekunden Genauigkeit horizontirt werden kann.

Wanschaff hatte einen zehnzölligen und einen sechszölligen Spiegelprismenkreis, sowie einen Spiegelsextanten ausgestellt. Die Instrumente unterscheiden sich von den Häcke'schen nur durch eine etwas andere Zusammensetzung des Metallkörpers. Die Theilung ist auch hier auf Silber ausgeführt und die Ausstattung mit Fernrohren hat nur geringe Abweichungen von der Häcke'schen. W. fertigt nämlich bisher für die astronomischen Fernrohre nicht Huygens'sche, sondern Ramsden'sche Okulare. Die Unterschiede beider Konstruktionen kommen für nautische Zwecke, wo

es sich nicht um Mikrometermessungen handelt, nicht in Betracht. Ganz Vorzügliches bietet W. in der Theilung der Instrumente, es lässt sich behaupten, dass er auf diesem Gebiete hinter keinem Mechaniker zurücksteht. Zur Ergänzung geben wir folgende Tabelle über die besonderen Eigenschaften der Spiegel- und Reflektionsinstrumente dieses Mechanikers.

Bezeichnung des Instrumentes.	Durchmesser der Kreise, bezw. Radius des Sextanten.	Gewicht.	Ablesung.	Exzentrizitätsfehler.	Vergrösserung der Fernrohre	
					astronomisches.	terrestrisches.
10 zölliger Spiegelprismenkreis . .	10″ = 26,15 cm	1570 Gramm	10 Sek.	0	9- und 6 fach	3 fach
6 zölliger Spiegelprismenkreis . .	6″ = 15,69 cm	850 „	20 „	0	6 fach	3 „
Spiegelsextant . .	7″ = 18,31 cm	1150 „	10 „	10 Sek.	9- und 6 fach	3 „

Die Firma Oertling hatte Sextanten und Oktanten ausgestellt. Besondere Neuerungen waren an den Instrumenten nicht wahrnehmbar[1]).

Es verdient endlich noch der von Bamberg ausgestellte Quecksilbertroghorizont erwähnt zu werden. Das Instrument ist nach dem in der Kaiserlichen Marine eingeführten Modell gearbeitet und wie folgt konstruirt. Eine rechtwinklige Gusseisenplatte von 14 cm Länge, 9 cm Breite und 2 cm Dicke hat auf der Oberfläche eine viereckige Vertiefung, in welche eine sehr wenig konkave silberplattirte Kupferplatte eingekittet ist, welche sich sehr leicht verquickt. Ein sehr kleines Quantum Quecksilber genügt, um eine ziemlich grosse Horizontfläche herzustellen. Durch eine Kanalbohrung, welche aussen durch einen konischen Stahlstöpsel verschlossen ist, kann man das Quecksilber ausgiessen, wobei ein viereckiges Glas, welches in den Trog eingepasst und mit einem Knopf zum Anfassen versehen ist, mittels zweier Bügel auf dem Trog festgehalten wird, so dass Quecksilber nicht überfliessen kann. Zur Abhaltung des Luftzuges kann über den Horizont ein Messingdach von bekannter Einrichtung mit planparallelen Durchsichtsgläsern gesetzt werden.

Schiffschronometer und Beobachtungsuhren waren besonders von Gebr. Eppner ausgestellt. Eine Beschreibung einzelner Instrumente würde hier zu weit führen, es sei deshalb nur erwähnt, dass sich unter den drei ausgestellten Chronometern eins mit einer Hülfskompensation befand. Diese ist auf dem einfachsten und deshalb vielleicht zweckmässigsten Wege dadurch erzielt, dass der Umfang der Unruhe aus zwei Metallen, oben Messing und unten Stahl, die Speiche der Unruhe ebenfalls aus zwei Metallen, oben Stahl und unten Messing, besteht. Die Speiche bleibt in

[1]) Die von Meissner ausgestellten Prismenkreise werden auf S. 26 besprochen.

Folge dessen nur bei mittlerer Temperatur gerade, biegt sich aber bei Temperaturänderungen und nähert so die Masse dem Zentrum der Unruhe oder entfernt sie von demselben.

Der Zweck dieser Hülfskompensation, wovon in neuester Zeit sehr viele Systeme, besonders in England, auftauchen, ist, den Gang des Instrumentes bei den grossen Verschiedenheiten der Temperatur, wie sie sich auf Seereisen nicht vermeiden lassen, möglichst gleichmässig zu machen. Bei einem Chronometer, welches dieselbe Firma für die Kaiserliche Marine gefertigt hat, und welches im Winter 1878/1879 bei Temperaturen zwischen + 5 und + 30 Grad geprüft wurde, war dieser Zweck in hohem Grade erreicht.

B. Magnetische Instrumente.

Der Eisenschiffbau hat in den letzten Jahrzenten sehr an Umfang gewonnen, der Holzschiffbau in der Handelsmarine nahezu, in der Kriegsmarine ganz aufgehört, weil das Holz als Baumaterial zu kostbar geworden ist. Auf allen Eisenschiffen und in erhöhtem Maasse auf Panzerschiffen machen sich störende Einflüsse auf die Magnetnadeln der Kompasse geltend, welche auf Holzschiffen nur in geringem Grade fühlbar waren. Es war deshalb nothwendig, der Konstruktion der magnetischen Instrumente für den Schiffsgebrauch eine grössere Sorgfalt zu widmen, als es früher geschah. Die Kaiserliche Admiralität hat deshalb seit dem Jahre 1872 ihr Augenmerk auf die Vervollkommnung dieser Instrumente gerichtet. Bamberg hat es verstanden, allen Anforderungen zu genügen und die Mechanik in diesem Zweige auf eine hohe Stufe zu bringen. Seine Kompasse dürfen für die besten in ganz Nord-Deutschland gelten und stehen den besten englischen in keiner Hinsicht nach. Ein wichtiger Umstand bei Herstellung aller magnetischen Instrumente, besonders bei solchen für den Schiffsgebrauch, ist die Dauerhaftigkeit oder Remanenz der Magnete. Bamberg hat mit diesem Uebelstande längere Zeit zu kämpfen gehabt, aber keine Arbeit und Kosten gescheut, um ihn schliesslich zu überwinden. Bekanntlich hängt die Remanenz des Magnetismus nicht allein von der Bearbeitungsmethode des zu dem Magneten verwandten Stahles, sondern auch von seiner Beschaffenheit an und für sich ab. Es kommt vor, dass zwei Stahlstücke von gleichem Aussehen und gleichen Bestandtheilen sich nach der Magnetisirung sehr verschieden verhalten, indem ein Stück den Magnetismus dauernd in nahezu voller ursprünglicher Stärke bewahrt, während das andere ihn schnell verliert. Die Auffindung eines zu Magneten für nautische Zwecke geeigneten Stahles ist deshalb nur durch praktische Ermittelungen möglich. Es muss der besonderen Geschicklichkeit Bamberg's zugeschrieben werden, dass er in der Herstellung magnetisch-nautischer Instrumente die Konkurrenz überflügelt und deshalb der alleinge Aussteller in diesem Zweige war.

Da alle von ihm ausgestellten Konstruktionen dieser Art mehr oder weniger neu sind, geben wir eine kurze Beschreibung jedes einzelnen Instruments.

Der Normalkompass der Kaiserlichen Marine, dargestellt in den Fig. 64 bis 67, dient nur zu Vergleichungen mit anderen Kompassen in Bezug auf deren Richtigkeit und Zuverlässigkeit, sowie zu Beobachtungen, bei denen eine besondere Genauigkeit erforderlich ist.

Der aus Rothguss hergestellte Kessel *A* (Fig. 64) wird von einem

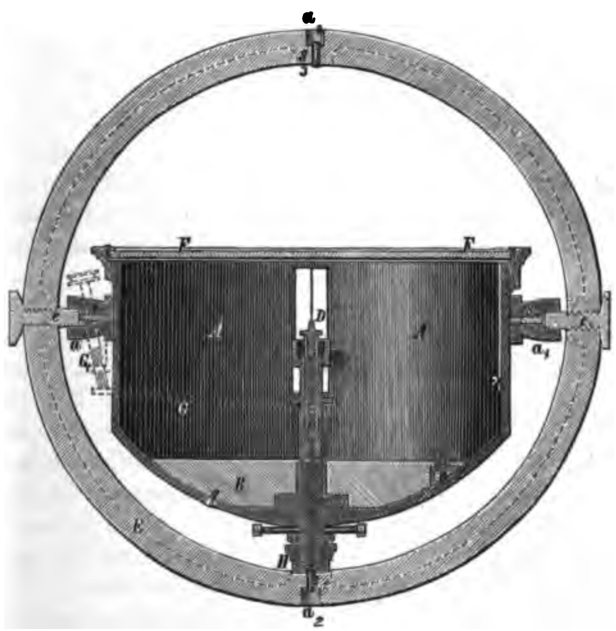


Fig. 64 (1/4 natürl. Gr.).

zylindrischen Gefäss gebildet, dessen Boden bauchig ausgeweitet ist. Am Boden desselben ist ein Bleigewicht *B* befestigt, welches bewirkt, dass der Schwerpunkt des Kessels möglichst tief unter dem Aufhängungspunkte liegt, so dass der Kessel bei allen Lagen der Aufhängung horizontal bleibt. Vom Boden aus erhebt sich der zylindrische Rosenträger *C*, in dessen oberes Ende die Pinne *D* eingeschraubt ist. An zwei genau gegenüber liegenden Stellen des Kessels befinden sich die Angüsse a und a_1, welche mit zylindrischen Bohrungen versehen sind, die als Lager für die Zapfenschrauben e und e_1 des Balanzeringes *E* dienen. Die Angüsse haben eine solche Lage, dass die Verbindungslinie der Achsen der Zapfenschrauben genau durch die

Spitze der Pinne geht. Hierdurch wird erreicht, dass bei Schwankungen des Kompasskessels die äusserste Spitze der Pinne ihre Lage im Raum nicht ändert und störende Schwankungen der Rose möglichst vermieden werden. Der Balanzering hat einen T förmigen Querschnitt, so dass er bei möglichster Leichtigkeit hinreichend stabil ist, um etwaigen Verbiegungen, hervorgebracht durch die Schwere des Kompasses, zu widerstehen. In einer Achse, rechtwinklig zu den beiden Zapfen des Balanzeringes, befinden sich die Zapfenlöcher a_1 und a_2, in welchen der ganze Kompass mit Balanzering zwischen Schraubenzapfen des Kompasshauses oder des Gehängebogens, wenn er auf das Stativ gebracht wird, aufgehängt werden kann. Damit die Beweglichkeit des Kompasskessels eine möglichst leichte sei, müssen die Zapfen in der Richtung ihrer Achsen ein wenig Spielraum haben, welcher durch die Schrauben s, s_1, s_2, s_3 begrenzt und regulirt werden kann. Der Kessel ist durch einen abnehmbaren Glasdeckel F geschlossen.

Im Innern des Kessels sind vier, um 90 Grad von einander abstehende, je mit einem schwarzen Steuerstrich versehene versilberte Platten angeschraubt und zwar so, dass die Verbindungslinie je zweier diametral gegenüber liegender Striche den Achsen der kardanischen Aufhängung entsprechen.

Um die Pinne beim Aufsetzen und Abheben der Rose möglichst zu schonen, ist die Arretirungsvorrichtung G angebracht, welche in der Zeichnung durch punktirte Linien angegeben ist. Sie besteht aus einem ungleicharmigen Hebel, dessen Drehpunkt in der Kesselwand liegt und welcher durch eine ausserhalb des Kessels angebrachte Schraube auf- und niederbewegt werden kann; der Hebel wirkt auf die auf dem Rosenträger gleitende Hülse, welche oben ausgeweitet ist und auf der unteren Fläche der Rose angreift.

Zu dem Normalkompass gehören zwei Rosen von 196 mm Durchmesser und vier Lagen Doppellamellen. Die Karten haben eine Eintheilung von zwanzig zu zwanzig Minuten und eine Steuertheilung in Viertelstriche. Die Gradeintheilung ist von Nord und Süd nach beiden Seiten, von 0 bis 90 Grad, ausgeführt.

Auf der unteren Fläche der Rose befinden sich in der Süd-Nord-Richtung zwei verschiebbare Messinggewichtchen, um die Rose in verschiedenen geographischen Breiten horizontiren zu können.

Die Normalrose Klasse A (Fig. 65) ist so eingerichtet, dass sie sich zum Zwecke der Bestimmung der Kollimation der magnetischen Achse umlegen lässt, d. h. dass die untere Fläche der Karte zur oberen gemacht werden kann. Zu dem Ende ist das auf zwei Seiten hohl ausgeschliffene Rubinhütchen H genau zentrisch in einen kleinen Messingring gefasst, welcher sich leicht aber sicher in einer zylindrischen Hülse C zentrisch zur Theilung und rechtwinklig zur Ebene derselben nur soviel verschieben lässt, dass beim Umlegen der Aufhängepunkt immer über den Schwerpunkt des

ganzen Systems zu liegen kommt. Die Magnetlamellen sind hier flach gelagert, weil bei Hochkantlagerung, wenn die beiden Aufhängungspunkte von der Kartenebene sowohl als vom Schwerpunkt gleich weit entfernt sind, die Magnete zur Hälfte ihrer Flächen die Karte durchdringen müssten, was die Dauerhaftigkeit und Unveränderlichkeit beeinträchtigen würde. Auf

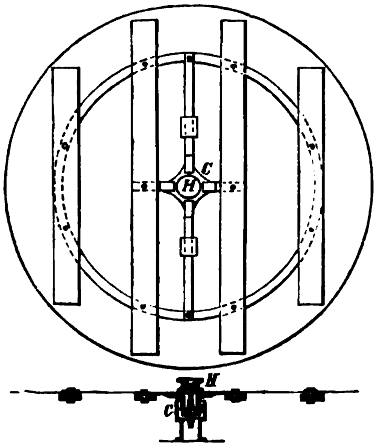


Fig. 65 (1/4 natürl. Gr.).

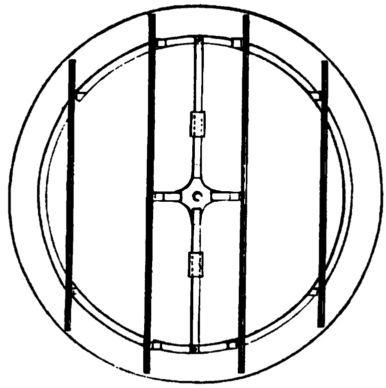


Fig. 66 (1/4 natürl. Gr.).

der unteren Kartenfläche sind die vier Quadrantenstriche Nord = 0 Grad, Ost = 90 Grad, Süd = 0 Grad und West = 90 Grad aufgetragen, welche genau mit den entsprechenden Quadrantenstrichen der Haupttheilung der Rose zusammenfallen. Es ist hier also der Vortheil der Unveränderlichkeit der Kollimation zu Gunsten des Umlegens der Rose aufgegeben, da die Bestimmung der Kollimation jederzeit ausgeführt werden kann und eine vergleichsweise Untersuchung anderer Rosen derselben Grösse, wie der Azimuth- und der Steuerrosen durch diese Einrichtung ermöglicht wird.

Die Normalrose Klasse *B* (Fig. 66) ist nicht zum Umlegen eingerichtet; es sind deshalb die Magnete hier hochkantig am Gerippe der Rose befestigt. Der Aufhängungspunkt des Rubinhütchens liegt ungefähr 1,5 mm über der oberen Kartenebene; die Hütchenfassung lässt sich durch Lösen der oberen Mutter ausschrauben und gegen ein beigegebenes Reservehütchen vertauschen. Die Auswechselung soll jedoch nur dann stattfinden, wenn das Hütchen beschädigt ist, da wohl in den meisten Fällen durch das Auswechseln der Hütchen die Zentrirung des ganzen Systems etwas leiden wird. Zu jeder Rose gehören drei Pinnen.

Der Peilapparat[1]) (Fig. 67) ist so eingerichtet, dass er sich nach Weg-

[1]) Unter Peilen versteht man das Anvisiren eines Gegenstandes.

nahme des Glasdeckels F (Fig. 64) auf den Rand des Kompasskessels A genau passend aufsetzen lässt und gegen Drehungen auf dem Kesselrande durch einen Stift, der in letzteren eingeschraubt ist und in einen Schlitz des Aufsatzringes tritt, gesichert ist.

Die Visirlinie des Peilapparates wird durch Diopter bestimmt, welche auf einem mit vier Speichen versehenen Alhidadenkreis diametral gegenüber sitzen, der sich zentrisch um eine Vertikalachse, deren Verlängerung mit der Spitze der Pinne zusammenfällt, drehen lässt. Es ist nämlich in den Aufsatzring A (Fig. 67) eine Glasscheibe B eingefasst,

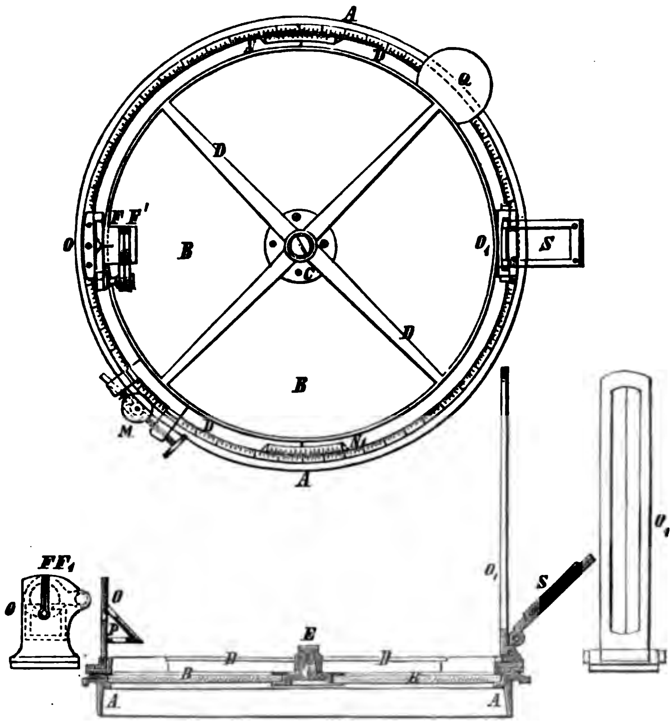


Fig. 67.

welche genau zentrisch ausgebohrt ist. In dieser Ausbohrung des Glases sitzt, durch eine Platte und Schrauben gehalten, in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise der konische Zapfen C fest. Der die Diopter tragende Alhidadenkreis D ist in der Mitte mit einer Buchse versehen, welche genau auf den konischen Zapfen C passt und durch eine Schraube E mit Federunterlage gegen das Abheben gesichert ist. Der Rand des Aufsatzringes A ist schräg und mit einer Kreiseintheilung in $^1/_2$ Grade versehen, welche

von 0 bis 360 Grad in der Richtung von Nord über Ost nach Süd u. s. w. beziffert ist. Der Alhidadenkreis trägt rechtwinklig zur Diopterebene an seinem Rande zwei Nonien N und N_1, welche eine Ablesung von einzelnen Minuten gestatten. Das Okulardiopter O ist unbeweglich auf den Alhidadenkreis aufgeschraubt; es hat eine Höhe von 47 mm und ist mit einem vertikalen Spalt versehen, welcher in einer kreisförmigen Oeffnung endet; vor dieser Oeffnung sitzt in einer Fassung ein gleichschenklig rechtwinkliges Glasprisma P, dessen eine ebene Kathetenfläche an der Vorderfläche des Diopters anliegt, die zweite horizontal liegende Kathetenfläche ist sphärisch geschliffen, so dass sie als Lupe wirkt, und zwar ist sie so berechnet, dass durch sie die Theilung der Rose scharf gesehen werden kann. Die Fassung des Prismas ist oben am Diopterspalt etwas breiter als dieser ausgeschlitzt, so dass die reflektirende Kante des Prismas in der Visirlinie frei liegt. Hierdurch ist es möglich, durch die Oeffnung des Prismas die Theilung der Rose und über der Kante desselben durch den Diopterspalt den Faden des Objektivdiopters und ein einzustellendes Objekt zu gleicher Zeit wahrnehmen und zum Zusammenfallen bringen zu können. Vor dem Okulardiopter sind zwei Farbengläser, ein rothes F und ein grünes F_1 angebracht, die sich bei Seite schlagen lassen und als Blendgläser für Sonne- und Mondbeobachtungen dienen.

Das Objektivdiopter O_1 hat eine Höhe von 160 mm, eine Ausschnittsweite von 1,5 mm und lässt sich durch Scharnier aus der vertikalen Lage auf den Kreis niederkippen. Im Ausschnitt des Diopters ist genau vertikal ein Rosshaar ausgespannt, durch welches, unter Benutzung des Okularspaltes, die Visirlinie bestimmt ist, welche die Umdrehungsachse der Diopteralhidade und der Rose schneidet. Am unteren Ende des Objektivdiopters ist ein schwarzer Spiegel S angebracht, welcher sich um eine Achse, die normal zur Visirebene steht, drehen lässt, so dass seine Reflexionsebene mit der Visirebene zusammenfällt. Der Spiegel dient zum Einvisiren hochgelegener astronomischer Objekte.

Zum feinen Einvisiren der Objekte ist an der Diopteralhidade und dem Limbus ein Mikrometerwerk M mit Klemme angebracht, dessen Einrichtung ohne Weiteres aus Fig. 67 ersichtlich ist. Da das Gewicht dieses Mikrometerwerkes störend auf die Horizontalität des Kessels wirken würde, so ist auf der diametral gegenüberliegenden Stelle des Alhidadenrandes das scheibenförmige Gegengewicht Q angeschraubt.

Das Stativ (Fig. 68 a. folg. S.) hat einen scheibenförmigen Metallkopf P und endet oben in einem konischen Zapfen Z von ungefähr 70 mm Höhe, 22,3 mm unterem und 20 mm oberem Durchmesser. Die drei hölzernen Stativfüsse F, F_1, F_2, welche in der Zeichnung abgebrochen dargestellt sind, haben eine Länge von 1330 mm, einen oberen Querschnitt von 42 mm Breite und 32 mm Dicke, einen unteren Querschnitt von 30 qmm, enden in messingnen Spitzen und sind über letzteren mit kurzen Vorsprüngen versehen, um das

Stativ in den Boden eintreten zu können. Die Füsse sind an den Stativkopf beweglich angebracht und können durch Flügelmuttern in jeder Lage festgestellt werden.

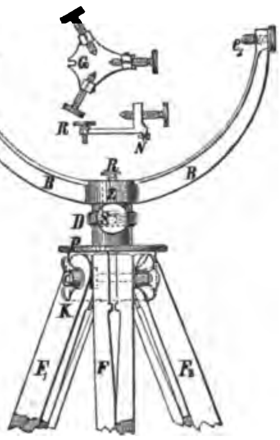


Fig. 68 (1/8 natürl. Gr.).

Soll der Kompass auf dem Stativ benutzt werden, so wird er mit den Zapfenlöchern a_2 und a_1 des Balanzeringes E (Fig. 64) zwischen den Schraubenzapfen e_2 und e_1 des Gehängebogens B (Fig. 68) aufgehängt. Der Gehängebogen endet nach unten in einer konisch ausgebohrten Buchse D, welche genau passend auf den Zapfen Z des Stativs aufgeschliffen ist, sich auf demselben drehen und mit der Klemmschraube S feststellen lässt.

Wird der Kompass zum Messen von Azimuthalwinkeln am Lande, also auf dem Stativ, gebraucht, so ist noch eine Vorrichtung vorhanden, die gestattet, denselben nach einer beigegebenen Dosenlibelle zu horizontiren und in dieser Lage festzuhalten. Es ist zu dem Ende ein mit drei Flächen versehener Dorn H auf eine aus Fig. 64 ersichtliche Weise an den Boden des Kompasskessels angeschraubt, der beim Nichtgebrauch durch Abschrauben entfernt werden kann. Die Horizontirvorrichtung ist in Fig. 68 in zwei Lagen dargestellt. Sie besteht aus einer Klaue, welche drei radial, um gleiche Winkel von einander abstehende Stellschrauben trägt. Sie lässt sich auf die Oberfläche der Buchse des Gehängebogens aufschieben und wird festgehalten, einerseits indem die Nase N in ein Loch an der Seitenwand der Buchse tritt, andererseits durch die Klemmschraube R, welche die Klaue an einem gabelförmigen Ausschnitt G auf die Oberfläche der Buchse aufklemmt. Die Stellschrauben können nun so gestellt werden, dass sie den Dorn des Kessels festhalten, wenn die auf den Glasdeckel aufgesetzte Dosenlibelle die horizontale Lage anzeigt. Die Grösse der Dosenlibelle ist

so gewählt, dass sie sich noch auf den scheibenförmigen ebenen Kopf des Stativs aufsetzen lässt, so dass auch der Zapfen danach vertikal festgestellt werden kann.

Der Azimuthkompass der Kaiserl. Marine ist in allen Theilen nach demselben Modell und in denselben Dimensionen ausgeführt wie der Normalkompass. Derselbe wird auf allen Schiffen und Fahrzeugen der Kaiserlichen Flotte als Regelkompass gebraucht. Als solcher ist er an einem von dem Eisen im und am Schiffe möglichst wenig beeinflussten Ort aufgestellt und dient als Regel oder Richtschnur für die übrigen Kompasse des Schiffes. Er unterscheidet sich von dem Normalkompass blos durch folgende Vereinfachungen:

1. Dem Peilapparate fehlt die Kreistheilung mit Nonien und das Mikrometerwerk. An Stelle der Kreistheilung sind bloss die vier Quadrantenstriche und an Stelle der Nonien zwei Indexstriche angebracht, um mit Hülfe dieser die Untersuchungen auf Zentrizität der Pinne und der Rosentheilung am Instrumente selbst vornehmen zu können. Am Rande der Diopteralhidade sind in der Verbindungslinie des Index zwei ränderirte Köpfchen eingeschraubt, um beim Drehen der Alhidade bequem anfassen zu können.
2. Die beiden Rosen sind den *B*-Rosen der Normalkompasse vollständig gleich konstruirt und ausgeführt. Die Kartentheilung und Zeichnung ist die nämliche wie die der Normalkompassrosen, also Gradeintheilung von 20 zu 20 Minuten und Steuertheilung von ¼ zu ¼ Strich.

In allen Theilen, mit Ausnahme der Pinnen, dem vorhergehenden Kompasse gleich ist der Steuerkompass. Derselbe wird auf den Schiffen und Fahrzeugen der Kaiserlichen Marine an dem Steuerruder aufgestellt.

Die Pinnen unterscheiden sich dadurch von denen der andern Kompasse, dass sie nicht in den Rosenträger eingeschraubt sind, sondern in einem zylindrischen Schafte enden, welcher leicht aber sicher passend in eine zylindrische Bohrung des Rosenträgers eingesteckt wird. Die Bohrung des Rosenträgers ist tiefer als der Schaft der Pinne und befindet sich in ihm eine Spiralfeder, auf welcher erstere ruht. Der Zweck dieser Federeinrichtung ist die Verminderung der Abnutzung der Pinne durch heftige Stösse, welchen unter Umständen der Kompass ausgesetzt ist.

Auf den Kesselrand lässt sich der Peilapparat eines Azimuth- oder Normalkompasses aufsetzen, so dass der Steuerkompass zum Peilen benutzt werden kann. Er wird mit einem Peilapparat aber nicht ausgestattet.

Der gleichfalls von Bamberg ausgestellte Bootskompass der Kaiserlichen Marine dient zum Gebrauch in Booten und zu kleineren Arbeiten am Lande und gestattet dementsprechend zwei verschiedene Zusammensetzungen, nämlich als Steuerkompass und als Azimuthkompass. Bei beiden sind die gemeinschaftlich vorkommenden Stücke nach demselben Modell ausgeführt.

Das Gehäuse *A* des Bootskompasses (Fig. 69) ist dosenförmig, an seiner äussern Bodenfläche ist ein beschwerendes Bleigewicht angebracht. Im Gehäuse befinden sich vier gegenüberliegende Steuerstriche. Die übrige Einrichtung des Rosenträgers, der Pinne, der Arretirung, des Glasdeckels ist dieselbe wie beim Azimuthkompass. Der Balanzering ist von einfachem rechteckigen Querschnitt. Er hat nicht, wie der der früher beschriebenen Kompasse, Lagerlöcher für das äussere Schraubenpaar, sondern diese sind

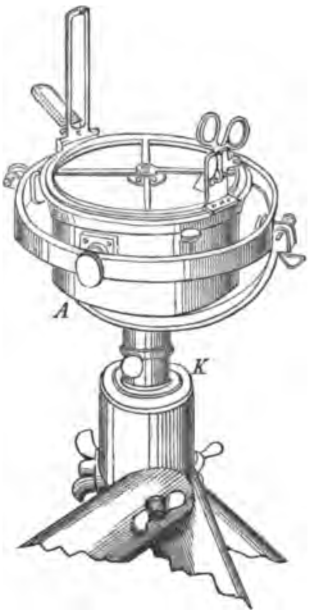


Fig. 69.

in ihn eingeschraubt, so dass sie aus dem Ringe nach aussen hervorragen und in entsprechend halbrunde, oben geschlitzte Lager des Kastens eingelegt werden können.

Die Rose des Bootskompasses hat einen Durchmesser von 118 mm. Ihre Einrichtung unterscheidet sich von derjenigen der Azimuthkompasse nur dadurch, dass nicht vier, sondern nur zwei Magnete angebracht sind. Dieselben bestehen aus zwei Lagen von Lamellen, welche symmetrisch zu beiden Seiten des Hütchens angebracht sind und deren gleich gerichtete Polenden mit dem Zentrum einen Winkel von nahezu 60 Grad einschliessen.

Für die Zusammensetzung als Steuerkompass hat die Karte der Rose eine Steuereintheilung in Viertelstriche.

Bei der Zusammenstellung als Azimuthkompass hat die Rosenkarte ausser der Steuertheilung auch eine Gradeintheilung von 30 zu 30 Minuten. Es gehört dann zum Kompass noch ein Peilapparat — welcher ganz so wie der der grossen Azimuthkompasse, nur entsprechend kleiner, eingerichtet ist — und ein Stativ mit Gehängebogen. Die Einrichtung des Stativkopfes *K* ist aus Fig. 69, welche den Bootskompass für Azimuthbestimmungen zusammengesetzt darstellt, zu ersehen. Der Gehängebogen dreht sich auf einem konischen Zapfen des Stativs und kann durch die Stellschraube festgestellt werden. Er hat den Zapfen des Balanzeringes entsprechende, nach oben ausgeschlitzte Lager.

Ein Kompass, der sich in der äusseren Form und in den Dimensionen mehr denen des Azimuth- und Normalkompasses anschliesst, ist der ebenfalls von Bamberg konstruirte Fluidkompass. Derselbe hat den Zweck, die Uebelstände, die in Folge der zitternden Bewegung der Schiffe durch Abfeuern von Geschützen u. dergl. entstehen, zu beseitigen.

Um denselben abzuhelfen und Kompasse auch an Orten aufstellen zu können, wo diese Einflüsse besonders mächtig sind, wurde der Fluidkompass

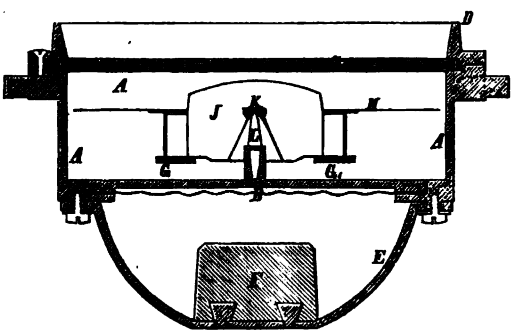


Fig. 70 (¼ natürl. Gr.).

konstruirt. Bei demselben schwingt die Rose in einer Flüssigkeit, welche die Erschütterungen aufnimmt und so die störenden Einflüsse der erwähnten Art beseitigt. Der Kompasskessel *A* (Fig. 70) ist mit einer Mischung von Glyzerin und Wasser gefüllt. Um der Flüssigkeit, in welcher die Rose schwingt, Spielraum zu geben, war früher ein den oberen Raum des Kessels umschliessendes Luftreservoir angebracht. Dasselbe wurde verworfen und an seiner Stelle ein dünner elastischer Boden *B* aus gewelltem Messingblech angebracht, wodurch eine erheblich solidere und rasch auseinander zunehmende Dichtung des Verschlussglases *C* angewandt werden konnte.

Am Boden des Kessels ist eine halbkugelförmige Haube *E* angebracht, welche im Innern das belastende Bleigewicht *F* enthält. Der Balanzering ist von denselben Dimensionen wie bei den anderen grösseren Kompassen. Die Rose trägt 2 Lagen flacher Magnete *G* und G_1 zu je 3 Lamellen, welche durch umlöthete Messinghülsen vollständig von der dieselben umgebenden Flüssigkeit isolirt sind.

Die Rose besteht aus einer Glimmerscheibe *H* von 196 mm Durchmesser, welche lackirt und bedruckt ist. Der Rand trägt eine Theilung in ganze Grade. Die Steuertheilung ist dieselbe wie bei den anderen Kompassen. Da die Spitzenreibung beim Fluidkompass von viel schädlicherer Wirkung als beim trocknen Kompass ist, Arretirungsvorrichtungen aber nur so lange die Pinne vor Abnutzung schützen können, als der Kompass ausser Gebrauch ist, andererseits auch Arretirungen nur die Gefahr des Undichtwerdens vermehren, so wurde diesem wichtigen Punkte dadurch Rechnung getragen, dass ein zweckmässig konstruirter Schwimmer — eine leichte hohle Metallkapsel — *I* das eigentliche Gerippe der Rose bildet, an welchem sowohl die Karte *H*, als die Magnete *G* und G_1 und das Rubinhütchen *K* befestigt sind. Das magnetische Moment einer solchen Rose beträgt 40 bis 42 Millionen Gauss'sche Einheiten, ihr Gewicht in der Luft ungefähr 150 g, ihr Gewicht in der Füllungsflüssigkeit nur 12 bis 15 g.

Die Pinne wird mehr zur zentrischen Führung als zum Tragen verwendet, und eine beträchtliche wenn nur glatte und regelmässige Abnutzung wird kaum einen Einfluss auf die Einstellungsgenauigkeit ausüben. Um 90 Grad aus dem magnetischen Meridian abgelenkt, macht diese Rose 4 Schwingungen bis zur Ruhelage, welche in 75 Sekunden eintritt, während eine Normalrose in der Luft, um denselben Winkel abgelenkt, 73 Schwingungen bis zur Ruhelage ausführt und dazu 530 Sekunden Zeit braucht. Das geringe Gewicht, mit welchem die Rose auf der Pinne aufliegt, macht eine Arretirungsvorrichtung vollständig überflüssig; denn wenn die Rose durch Stösse u. s. w. hochgehoben werden sollte, so fällt, bei dem geringen Gewicht derselben und dem grossen Widerstande, welchen die Kartenfläche der Flüssigkeit entgegensetzt, dieselbe so langsam und sanft auf die Pinne nieder, wie dies kaum durch die beste Arretirungsvorrichtung zu erreichen ist.

Die gute Einstellungsfähigkeit dieser neuen Fluidkompasse wird daher auf Jahre hinaus erhalten bleiben ebenso wie ihre Richtkraft, da zu ihnen nur ausgezeichnete Magnete, welche mindestens 6 Monate vor ihrer Verwendung magnetisirt wurden, und von welchen später diejenigen kassirt werden, welche nach dieser Zeit einen nennenswerthen Kraftverlust zeigen. Als Füllungsflüssigkeit ist Alkohol vortheilhafter, als die bis jetzt angewandte Mischung wegen des erheblich tieferen Gefrierpunktes, deshalb kommt in neuester Zeit derselbe auch vielfach, obschon noch nicht durchgängig, zur Verwendung.

Der Fluidbootskompass der kaiserlichen Marine hat dieselbe Ein-

richtung wie der grosse Fluidkompass, jedoch kleinere, dem gewöhnlichen Bootskompass gleiche Dimensionen. Der Ansatz am Deckelring zur Abnahme des Diopters fehlt, ebenso die Gradeintheilung der Rose.

Ein in der Kaiserlichen Marine nur zu magnetischen Versuchen an Schiffsmodellen benutzter Kompass ist der unter dem Namen Schmalkalder Bussole bekannte kleine Kompass. Er besteht aus einem mit Glas verschlossenen Kessel, in welchem ein einfacher Magnet mit einem getheilten Metallring schwingt. An dem Kessel, um 180 Grad entfernt, sitzen zwei Diopter, von denen das Okulardiopter mit prismatischer Ablesung der Kreiseintheilung versehen ist, wie bei den Schiffskompassen. Das Instrument wird beim Beobachten entweder in der Hand gehalten oder auf eine ebene Unterlage gestellt. Das ausgestellte Instrument trägt statt des einfachen Magneten mit Metallring eine gute kleine Kompassrose von 70 mm Durchmesser, Glimmerkarten mit Theilung in halbe Grade (von 0 bis 360°) und zwei Magneten von 60° Abstand. Das Objektivdiopter ist mit Peilapparat, das Okulardiopter mit Farbengläsern versehen, so dass man Sonnenpeilungen damit vornehmen kann.

Um die Leistungsfähigkeit der Bussole vollständig auszunutzen, ist dieselbe am Boden mit einem Bleigewicht beschwert und kann in eine Kompassaufhängung und in einen Gehängebogen, welcher auf dem konischen Metallzapfen eines Stockes sich drehen und feststellen lässt, eingelassen werden. Es wird sich dann der Kompass sowohl, wenn man den Stock in die Erde steckt, als wenn man ihn in der Hand hält, horizontal stellen.

Ein Instrument neuerer Konstruktion ist der von Sir William Thomson erfundene Kompass für Schiffszwecke. Bamberg fertigte zuerst im Anfange des Jahres 1879 derartige Kompasse und konnte auch auf der Ausstellung bereits ein Exemplar vorführen.

Die abweichende Konstruktion dieses neuen Kompasses beruht darauf, möglichst kleine Magnetnadeln zu verwenden, die Reibung der Kompassrose auf der Pinne möglichst zu verringern und damit die Schwingungsdauer der Rose möglichst gross zu machen.

Kleine Magnetnadeln sind der erfolgreichen Kompensation des Kompasses günstig. Namentlich die Anbringung weichen Eisens in der Höhe der Kompassrose zur Beseitigung der quadrantalen Deviation ist nur in geringem Maasse angängig, wenn die Rose mit langen Magneten versehen ist. Durch grössere Magnetnadeln wird eine magnetische Erregung im weichen Eisen bewirkt, welche bei sehr kleinen Nadeln nicht zu befürchten ist.

Bisher hat man den Kompassrosen die möglichste Stabilität durch Vermehrung ihres Gewichts und Tieferlegen des Schwerpunkts zu geben gesucht. Die Vergrösserung der Schwingungsperiode zu diesem Zwecke zu benützen wurde nicht versucht, da lange Schwingungsperioden sehr unbe-

quem sind. Der Kompass ist für einige Zeit unbenutzbar, sobald durch eine Erschütterung oder dergleichen die Rose in Schwingungen versetzt wird. In dem Thomson'schen Kompass ist nun durch Vereinigung eines sehr geringen Gewichts mit grossem Trägheitsmoment die unmittelbare Wirkung einer Erschütterung auf ein Minimum reduzirt und zugleich der Vortheil einer langen Schwingungsperiode erreicht. Im folgenden werden diejenigen Theile des Thomson'schen Kompasses, welche wesentlich neues enthalten, beschrieben.

Der Kompasskessel A (Fig. 71) ist nach unten gewölbt und durch einen



A

Fig. 71 ($^1/_3$ natürl. Gr.).

horizontal eingelegten Metallboden in zwei hermetisch getrennte Theile getheilt. Die Wölbung unter diesem Boden ist mit einem festen Bleigewicht belastet und mit Ricinusoel nahezu vollgefüllt. Die zylindrischen Zapfen der kardanischen Aufhängung sind durch prismatische Schneiden ersetzt,

welche sehr wenig Reibung geben; der Kompasskessel, durch Stösse in Pendelbewegung versetzt, würde demzufolge lange pendeln, wenn nicht die Oelfüllung einen sehr rasch dämpfenden Einfluss übte. Durch diese geschickte Anordnung ist es möglich gemacht, dass das verhältnissmässig leicht gearbeitete Kompassgehäuse gut horizontal hängt und durch Erschütterungen nur schwer aus seiner Ruhelage zu bringen ist. Ausserdem aber ist der Ring *F* der kardanischen Aufhängung auf einem Ring *D* gelagert, welcher durch 6 starke Gummibänder *G* aufhängt ist an den Ring *E*; dieser ist im Kompasshaus festgeschraubt.

Ein dünner Ring von Aluminium, nach welchen in gleichmässigen Zwischenräumen 32 Seidenfäden oder feine Kupferdrähte von einer kleinen Aluminiumbuchse im Zentrum hinlaufen, bildet das Gerippe der Kompassrose.

Die Rose selbst besteht aus schwachem Papier, der ganze mittlere Theil derselben ist herausgeschnitten und nur soviel stehen geblieben, als erforderlich ist, um eine deutliche Eintheilung nach Strichen und Graden zu zeigen.

Die Buchse des Zentrums besteht aus einer flachen Scheibe von Aluminium mit einem runden Loch in der Mitte. Mit diesem Loch wird die Rose über ein Aluminiumhütchen gestreift, auf dessen überstehendem Rand sie mit der flachen Aluminiumbuchse aufliegt. Das Aluminiumhütchen ist in der Mitte mit einer Saphirkuppe versehen, mit welcher es auf einer Iridiumpinne ruht.

Acht kleine Nadeln von $3^1/_4$ bis 2 Zoll (8,2 bis 5,1 cm) Länge, aus dünnem Stahldrath gefertigt und zusammen 54 Grän (3,5 g) wiegend, sind wie die Stufen einer Strickleiter durch zwei seidene Fäden parallel neben einander befestigt.

Dieses System wird getragen von vier Seidenfäden oder feinen Kupferdräthen, welche von dem äusseren Aluminiumring nach den vier Enden der beiden äussersten Nadeln laufen, wo sie in kleinen Augen befestigt sind.

Das Gewicht der Aluminiumbuchse und des äusseren Ringes zusammen mit dem Hütchen beträgt etwa 5 Grän (0,3 g). Für eine 24 zöllige (60,9 cm) Rose braucht es nicht grösser zu sein als für eine zehnzöllige. Für die zehnzöllige (25,4 cm) Rose beträgt das ganze auf der Iridiumpinne ruhende Gewicht 180 Grän (11,7 g).

Der Umstand, dass das gewöhnliche Kompassdiopter bei der Anbringung von grossen Hohlkugeln aus weichem Eisen, wie sie Thomson als Korrekturen für quadrantale Deviation anwendet, in seiner Benutzung beschränkt wird, hat Anlass zur Konstruktion des A z i m u t h s p i e g e l s gegeben. Derselbe ist mit dem zusammengesetzten Kompass und in der Lage, in welcher er verwendet werden soll, in Fig. 71 dargestellt. Fig. 72 (a. folg. S.) zeigt die Einzelheiten seiner Konstruktion, sie beruht auf dem Prinzip der Camera lucida.

Der Beobachter, welcher eine Peilung nehmen will, dreht das Instrument um seine vertikale Achse *C*, bis Spiegel *S* und Linse *L* ungefähr in der Richtung des Peilobjekts stehen. Er sieht dann durch die Linse

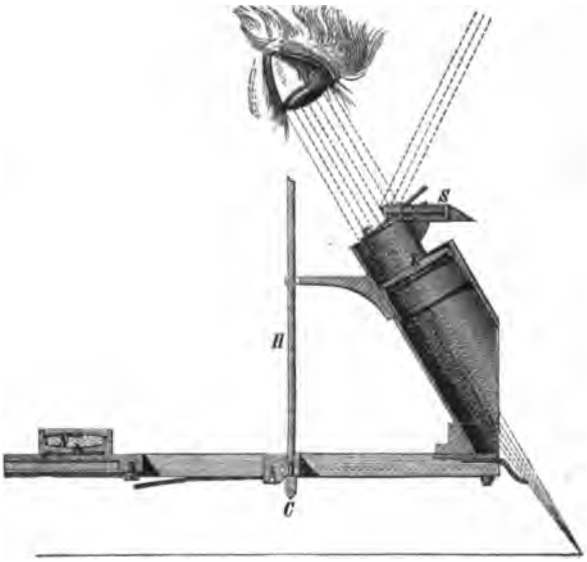


Fig. 72 (1/3 natürl. Gr.).

nach der Gradeintheilung der Kompassrose und dreht den Spiegel *S* um seine Horizontalachse, bis das Bild des Objekts auf die Rose fällt, auf welcher die Kompasspeilung des Objekts direkt abgelesen wird.

Abgesehen von der Erfüllung des Zweks, für welchen er ursprünglich konstruirt ist, nämlich Peilungen zu gestatten unbehindert von den quadrantalen Korrekturen, soll der Azimuthspiegel den Vortheil haben, dass er nicht eine solche Einstellung des Instruments erfordert, wie das Prismendiopter, wo das Haar genau mit dem Peilobjekt zur Deckung gebracht werden muss. Die Fokallänge der Linse in dem Azimuthspiegel ist nach Angabe des Erfinders ungefähr 12% länger als der Radius der Kompassrose. Daraus folgt, dass von zwei Objekten, welche im Horizont um 1 Grad von einander entfernt sind, die auf der Kompassrose erscheinenden Bilder um einen Raum von 1,12° der Theilung der Rose auseinanderstehen. Wenn man also das Azimuthinstrument um seine Vertikalachse um einen Grad dreht, so wird die abgelesene Peilung eines Objekts im Horizont nur um 0,12° geändert. Somit ist es nicht erforderlich, das Instrument für die Peilung eines jeden einzelnen Punktes ganz genau einzustellen; wenn man

es z. B. um vier Grad falsch einstellte, würde die abgelesene Peilung noch nicht um einen halben Grad falsch sein. Wenn das Instrument ausschliesslich für Peilungen in der Horizontalebene gebraucht werden soll, so würde die Brennweite der Linse genau einen Radius der Rose lang zu machen sein, und man würde dadurch auch den kleinen Fehler von 0,12° für jeden Grad der unrichtigen Einstellung vermeiden.

Aber eine der wichtigsten Anwendungen des Azimuthspiegels besteht darin, den Kompass durch die Peilung von Gestirnen zu korrigiren, welche 0° bis 50° oder 60° über dem Horizont stehen.

Die Brennweite ist gewählt für eine Höhe von 27° (nat. sec. 27° = 1,12), so dass für zwei zugleich im Azimuthspiegel erscheinende Objekte, deren Höhe 27° und deren Abstand von einander 1° beträgt, die Differenz der gleichzeitig durch die Linse abzulesenden Peilungen auf der Rosentheilung ebenfalls zu einem Grade abgelesen wird.

Es ist also bei Peilungen von Gestirnen in 27° Höhe nur soweit eine Einstellung des Azimuthspiegels durch Drehen um die Vertikalachse erforderlich, bis das Objekt eben in das Gesichtsfeld gebracht ist; die Peilung wird dann sofort genau auf der Rosentheilnng abzulesen sein.

Dies ist eine sehr schätzenswerthe Eigenschaft für den Gebrauch bei unruhigem Wetter auf See oder wenn der Wolkenzug nur eine momentane Peilung des Objekts gestattet, in welchem Falle es nicht möglich sein würde, das Haar eines Diopters mit dem Peilobjekte zur Deckung zu bringen.

Derselbe Fehlerbetrag, der bei Peilungen im Horizont vorkommt, wird bei der Peilung eines Objekts in 38° Höhe hervorgerufen. Für Höhen über 38° wächst der Fehler schnell, aber selbst bei 60° ist der Fehler der Peilung geringer als der halbe Fehler der Einstellung, und es ist immer leicht, den Fehler der Einstellung kleiner als einen Grad zu machen, indem man das Instrument so dreht, dass der rothe Punkt, welchen man unter der Linse sieht, innerhalb eines Grades auf die Stelle der Rose zeigt, auf welcher das Bild des Peilobjekts erscheint.

Für Sternazimuthe hat der Azimuthspiegel den grossen Vortheil vor dem Prismendiopter mit seinem bei Nacht unsichtbaren Haar, dass das Bild des Objekts direkt auf der erleuchteten Kompassrose erscheint. Je nach der Helligkeit des Gestirns kann man die Beleuchtung der Rose dann durch Nähern oder Entfernen einer Handlaterne verringern oder vermehren. Es ist sogar mit dem Azimuthspiegel leichter einen Stern zu peilen, als bei Tage die Sonne, weil der Stern als ein Punkt in der Theilung der Rose erscheint, so dass man Zehntelgrade zwischen den Theilstrichen leicht schätzen kann.

Die leichteste sowohl als genaueste Methode bietet sich aber, wenn die Sonne hell genug scheint und hoch genug über dem Horizont steht, um einen scharfen Schatten auf die Kompassrose zu werfen. Diesem

Zwecke dient der dünne Messingstift *H*, welcher an dem Azimuthspiegel so angebracht ist, dass, wenn das Instrument auf dem Kompass richtig steht, der Faden lothrecht zum Glase im Zentrum des Kompasses steht.

Beim Gebrauch des Azimuthspiegels kann man sich mit dem Auge in beliebiger Entfernung über dem Kompass befinden und sich eine ziemliche Enfernung nach jeder Seite von der direkten Visirlinie bewegen, ohne die Genauigkeit der Beobachtung zu beeinträchtigen, da die Gradeintheilung sich genau in der Entfernung der Brennweite von der Linse befindet.

Die Theilung erscheint so unendlich entfernt und die im Spiegel gesehenen entfernten Objekte bewegen sich nicht auf der Theilung, wenn der Beobachter sich zur Seite neigt, d. h. es findet keine Parallaxe statt.

Es bleibt zu erwähnen, dass nach den Erfahrungen, welche in der Kaiserlichen Marine mit dem Thomson'schen Kompasse gemacht worden sind, sein Hauptvorzug in der Konstruktion der Rose liegt. Dieselbe bewährt sich bei geringen Erschütterungen und heftigen Schlangenbewegungen von Schiffen in schlechtem Wetter recht gut, lässt sich aber ohne die übrigen Theile auf jedem beliebigen anderen Kompass anwenden.

Der Azimuthspiegel ist für manche Zwecke brauchbar, aber nicht geeignet, die auf See allgemein übliche alte Peilvorrichtung zu ersetzen.

Das in Fig. 73 dargestellte Deviationsmagnetometer konstruirte Bamberg nach Angaben des Prof. Neumayer. Der Zweck dieses Instrumentes ist, die horizontale und vertikale Intensität der Magnetnadeln auf eisernen Schiffen und am Lande zu ermitteln, um aus den erhaltenen Resultaten die magnetischen Einflüsse des Eisens in und auf dem Schiffe bestimmen und berücksichtigen zu können.

Auf einem Dreifuss *A* mit 3 Stellschrauben ist ein Horizontalkreis *K* von 17 cm Durchmesser befestigt, welcher in ganze Grade getheilt und von 0 nach beiden Seiten bis 180° beziffert ist. Der mittlere Theil des Dreifusses bildet zugleich die Buchse zur Aufnahme der konischen Achse der kreisförmigen Alhidade *C*, welche im Kreis einliegt und durch Klemm- und Mikrometerwerk *M* mit demselben verbunden ist. Die Alhidade trägt einen Nonius, welcher 5 Minuten angiebt, und 180° davon entfernt einen einfachen Strich, um die Zentrizität der Theilung untersuchen zu können. Auf die Alhidade lassen sich aufsetzen und durch Vorreiter *B* festklemmen der Deklinationsaufsatz *D* und der in Fig. 74 (S. 156) dargestellte Inklinationsaufsatz. Ausserdem sind darauf fest eine Röhrenlibelle *L* zum Horizontiren und die beiden, die magnetischen Aufsätze überragenden Fernrohrträger *T*.

Die Deklinations- und die Inklinationsnadel haben gleiche Formen und gleiche Dimensionen und zwar eine Länge von 75 mm und eine grösste Breite von 7 mm, sie haben die Form langgestreckter Ellipsen. Die beiden Magnetgehäuse haben solche Höhe, dass die Schwingungsebene der Deklinationsnadel mit der Umdrehungsachse der Inklinationsnadel zusammenfällt.

Das Deklinationsgehäuse *D* besteht aus einem rechteckigen Kasten mit abnehmbarem Deckel, welcher mit Glasfenstern zum Ablesen versehen ist. In der Mitte des Kastens können auswechselbare Kompasspinnen ein-



Fig. 73 (¼ natürl. Gr.).

geschraubt werden, auf welchen die Horizontalnadel mit ihrem in Aluminium gefassten Rubinhütchen schwingt. Unter der Schwingungsebene befinden sich zwei Elfenbeinskalen mit Gradeintheilung, an welchen bei Schwingungsbeobachtungen die Schwingungsbögen abgelesen werden können. Auf den Mittelstrichen beider Skalen befinden sich etwas nach der Mitte geneigte Metallspitzen, an welchen bei Richtungsbeobachtungen die Koinzidenzen der Nadelspitzen, unter Zuhülfenahme der Striche, frei von Parallaxe beobachtet werden; schärfer kann dies mit Hülfe des Fernrohrs geschehen.

In der Schwingungsebene und zwar rechtwinklig zur Achse des Magnetgehäuses sind in die Fernrohrträger 2 Röhren *R* eingeschraubt, in welche die nach Lamont's Methode für Temperaturverschiedenheit kompensirten Ablenkungsmagnete I und II, die zur Sicherung in Metallhülsen eingeschlossen sind, mit zylindrischen Zapfen eingesteckt werden können.

Der Inklinationsaufsatz (Fig. 74) besteht aus einer runden, auf einem Fuss *d*

stehenden Dose D_1, welcher Fuss dieselbe Form wie der des Deklinationsaufsatzes hat, so dass beide Aufsätze leicht gewechselt werden können. Der Metallkreis K_1 ist in ganze Grade getheilt. Die Nadel N schwingt mit ihren sehr dünnen Zapfen in halbkreisförmigen Achatlagern. Sie giebt



Fig. 74 (²/₃ natürl. Gr.).

rechtwinklig zum magnetischen Meridian eine grosse Anzahl Schwingungen. Die Ablenkungsmagnete werden auch in derselben Weise für die Inklinationsnadeln verwendet, wie für die Deklinationsnadeln. Die Arretirung der Nadel wird bewirkt durch eine Schraube S, welche auf dem Gehäuse sitzt.

Die Fernrohrträger T (Fig. 73) sind so hoch, dass sie die magnetischen Aufsätze um ein Bedeutendes überragen; sie enden in halbkreisförmigen Lagern, in welchen die Fernrohrachse F einliegt; letztere ist zur Hälfte durchbohrt und enthält die optischen Theile des Fernrohrs, sowie die nöthige Verschiebungsvorrichtung für das Okular. Direkt vor dem Objektiv, d. h. in dem, in der Mitte der Achse befindlichen Würfel, ist ein rechtwinkliges, total reflektirendes Prisma befestigt, so dass man also ein gebrochenes Fernrohr hat mit vor dem Objektiv befindlichem Prisma. Seine Visirlinie geht durch die Nulllinie des Deklinationsgehäuses. Es lässt Beobachtungen in jeder

Zenithdistanz zu, ohne dass sich die Lage des Okulars ändert. Zum bequemen Einstellen in der Höhe befindet sich auf der Achse eine grössere leichte Scheibe; vor das Okular kann ein Sonnenglas geschraubt werden, vor das Prisma aber kann eine Konvexlinse so vorgesetzt werden, dass das Fernrohr scharf auf die Spitze der Nadel eingestellt ist, so dass man auf diese Weise Koinzidenzbeobachtungen machen kann.

Bei der Benutzung dieses Instrumentes für nautische Zwecke kommt die Ermittelung der horizontalen Intensität ganz besonders in Betracht. Diese kann man auch finden, indem man auf der Pinne eines Kompasses eine Nadel von der zum Deviationsmagnetometer gehörigen Art schwingen lässt und die Schwingungen beobachtet.

Der Bamberg'sche magnetische Theodolit, dargestellt in den Fig. 75 und 76 (S. 158), ist ein neu konstruirtes Instrument, das besonders geeignet ist, auf wissenschaftlichen Expeditionen zu Lande und zur See benutzt zu werden. Da es den Zweck hat, die magnetischen Elemente zu ermitteln, ist es kein eigentliches Schiffsinstrument.

Die Konstruktion ist nicht auf die Anstellung schärfster Messungen berechnet, sie soll vielmehr ein kompendiöses Reiseinstrument geben, mittels dessen diejenige Genauigkeit der Deklination, Inklination und Intensität erhalten werden kann, welche von Professor Wild in Neumayer's „Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen“ gefordert wird.

Vor allem ist darauf Rücksicht genommen, dass der Reisende absolute Werthe erhalten kann, dass also alle Fehlerquellen untersucht und bestimmt werden können.

Der Unterbau ist derjenige eines kleinen eisenfreien Theodoliten, dessen Kreis *K* (Fig. 75) von 14 cm Durchmesser auf Silber in ⅓° getheilt ist und an welchem mittels Doppelnonien und Lupen 0,5 Minuten abgelesen werden können. Auf die Alhidade ist exzentrisch der Fernrohrträger *T* aufgeschraubt, dessen weit von einander abstehende zylindrisch ausgeschliffene Lager unkorrigirbar befestigt sind.

Das Fernrohr *F* hat eine Oeffnung von 18 mm und eine Brennweite von 13 cm. Das halbe Gesichtsfeld kann in der Lamont'schen Weise durch ein rechtwinkliges reflektirendes Prisma erleuchtet werden, wobei die Einstellung des Magnetsystems mittels des Fernrohrs durch Deckung des Fadens mit dem auf dem Magnetspiegel reflektirenden Bilde desselben erfolgt. Am Fernrohrträger befinden sich zugleich die Mikrometerschrauben für die Feinstellung der Fernrohrachse und der Vertikalachse.

Auf der dem Fernrohrträger entgegengesetzten Seite ist ein ähnlicher Träger befestigt, welcher eine ziemlich lange Röhrenlibelle *L* trägt, deren Achse parallel zur Fernrohrachse ist. Da letztere sich in ihren Lagern umlegen lässt, so ist der Kollimationsfehler des Fernrohrs leicht zu bestimmen, und da sich ausserdem das Fernrohr senkrecht stellen lässt, so kann man mittels eines untergestellten Quecksilberhorizontes durch Nadirbeobach-

tungen unter Benutzung der Libelle L die Neigung der Fernrohrachse gegen den Horizont bestimmen. Zentrisch auf die Alhidade lassen sich ähnlich wie beim Deviationsmagnetometer der Deklinations- und der Inklinationsaufsatz aufklemmen.



Fig. 75 (1/4 natürl. Gr.).

Der Deklinationsaufsatz D besteht aus einem rechteckigen Messingkasten von 10 cm Länge, 4 cm Breite und 2,5 cm Höhe. Das Magnetsystem schwingt auf einer Spitze, welche leicht und schnell umgewechselt werden kann. Durch eine Arretirungseinrichtung A, welche das System sanft auf die Spitze niederlässt und von derselben abhebt, wird dieses möglichst gegen überflüssige Abnutzung geschützt. Das Magnetsystem selbst (Fig. 76)

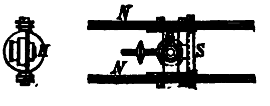


Fig. 76.

besteht aus 4 rechteckigen Magnetstäbchen N von 88 mm Länge, 8 mm Breite und 1 mm Dicke, welche paarweise zu beiden Seiten des aus Aluminium gefertigten Gerippes G festgeschraubt sind. Das Gerippe trägt in der Mitte eine hohle zylindrische Hülse, in welcher sich das in genau passender zylindrischer Fassung befindliche Rubinhütchen H ein- und umstecken lässt. Rechtwinklig zu den Magneten ist der 18 mm Durchmesser

haltende Planparallelspiegel S in bequem korrigirbarer Aluminiumfassung befestigt, welche auf der anderen Seite durch ein kleines Laufgewicht balanzirt wird. Da das Hütchen sich umstecken, das Magnetsystem sich also umlegen lässt, so kann man jederzeit den Kollimationsfehler des Spiegels bestimmen.

Die zwischen Fernrohr und Magnetspiegel befindliche Wand des Magnetgehäuses ist durchbrochen und mit einem Planparallelglas verschlossen. Da die Spitzenreibung, namentlich wenn der Magnet sich in Ruhe befindet, eine vollständige Erzielung von Koinzidenz des Fadens im Fernrohr und seinem reflektirten Bild ziemlich schwer erzielen lässt, so ist auf der der Bildebene zugewandten Kathetenfläche des Beleuchtungsprismas eine Glastheilung angebracht, welche, gut geschwärzt, mit im Gesichtsfeld sichtbar wird und an der man den Stand des Magneten schätzen kann. Man erhält so sehr rasch gute Resultate, namentlich wenn man den Magneten erst ein mal nach Ost, dann nach West etwas ablenkt und in beiden Lagen abliest.

Zur Bestimmung der Inklination dient das Nadelinklinatorium mit spiegelndem Glastheilkreis (Fig. 77). Der Inklinationsaufsatz besteht aus

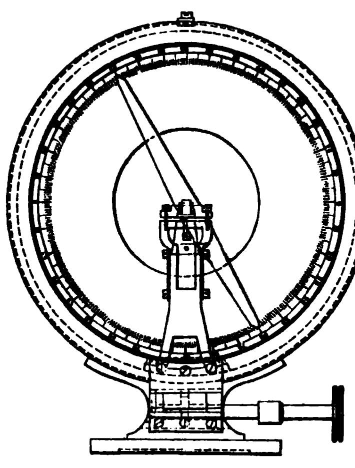


Fig. 77.

einer kreisrunden Messingdose, welche vorn durch einen Glasdeckel, der sich niederschlagen lässt, geschlossen ist. Sie hat einen Durchmesser von 14,5 cm; die Nadeln haben eine Länge von 11,5 cm und schwingen mit Achsen von ungefähr 0,3 mm Stärke auf ebenen korrigirbaren Achatlagern. Durch eine Arretirung mit exzentrischer Scheibe können die Nadeln sanft

von den Lagern abgehoben und auf dieselben niedergelassen werden; dadurch wird zugleich ihre zentrische Stellung zur Kreistheilung herbeigeführt. Der Glaskreis ist in halbe Grade getheilt und ist die getheilte Fläche belegt, so dass man wohl ein reflektirtes Bild der Nadelspitzen nicht aber der Theilung erhält. Für das Umstreichen der Inklinationsnadeln sind ein Magnettischchen und zwei Streichmagnete vorhanden.

Für die Sinusablenkungen bei Bestimmung der Horizontalintensität ist ein kleiner Magnet von 3 cm Länge mit Fadenaufhängung und Spiegel vorhanden. Der Ablenkungsmagnet *M* (Fig. 75), hat 60 mm Länge und ist für die Schwingungsbeobachtungen mit einem Haken und für die Bestimmung des Trägheitsmomentes mit einer runden Scheibe versehen, auf welche der vergoldete Trägheitsring gesetzt werden kann. Die Ablenkungsschienen *R* bestehen aus 2 zylindrischen Röhren, welche zu beiden Seiten des Deklinationskastens auf entsprechende Zapfen gesteckt und mittels konischer Stifte befestigt werden können. Die Ablenkungen werden in 20 cm und 26,4 cm Entfernung des ablenkenden vom abgelenkten Magneten und zwar östlich und westlich ausgeführt. Die jedesmalige Lage des Ablenkungsmagneten ist fest bestimmt durch kleine Löcher, welche auf Theilstriche in der angegebenen Entfernung gebohrt sind und in welche ein kleiner zentraler Zapfen des Magnets *M* leicht passt; gegen seitliche Verdrehung ist der Magnet durch Führungsleisten geschützt. In der einen Ablenkungsschiene ist ein Thermometer angebracht, welches von aussen abgelesen werden kann.

Die Schwingungsbeobachtungen werden in einem kleinen Holzkästchen mit 3 Horizontirschrauben ausgeführt. In demselben befindet sich ein kleines Thermometer und eine Elfenbeintheilung zur Ablesung der Schwingungsbögen. Für die Schwingungsbeobachtung wird der Magnet an Kokonfäden aufgehängt. Die Fadensuspension hat keinen Torsionskreis, doch ist die bekannte Lamont'sche Einrichtung zur Beseitigung der Torsion vorhanden.

Das Inklinatorium mit Mikroskopablesung konnte wegen Zeitmangels nicht für die Ausstellung zur Vollendung kommen.

Zu den magnetischen Instrumenten gehört endlich auch der von Bamberg in einem Exemplar ausgestellte Stromrichtungmesser von Aimé, auch unter der Bezeichnung Irminger's Stromindikator bekannt. Der Apparat dient zur Bestimmung der Stromrichtung unter dem Wasserspiegel und besteht aus einem zylindrischen Gehäuse *B* (Fig. 78), in dessen Deckel eine Röhre *F* angebracht ist, durch welche eine runde Stange *S* mit leichter Reibung hinabgeht. Das obere Ende dieser Stange *S* trägt eine Platte *T*, an ihrem untern Ende sitzt ein Ring *D*, welcher an seiner Peripherie 36 gleich weit von einander entfernte Zähne *Z* trägt. Im Mittelpunkt der untern Fläche des Gehäuses befindet sich eine Pinne, welche die Magnetnadel *A* trägt.

Wenn der Ring D hinabgedrückt ist, so wird die Magnetnadel zwischen seinen Zähnen festgehalten und ihre Drehung gehemmt. Wird hingegen der Ring D soweit gehoben, dass seine Zähne nicht mehr die Nadel be-

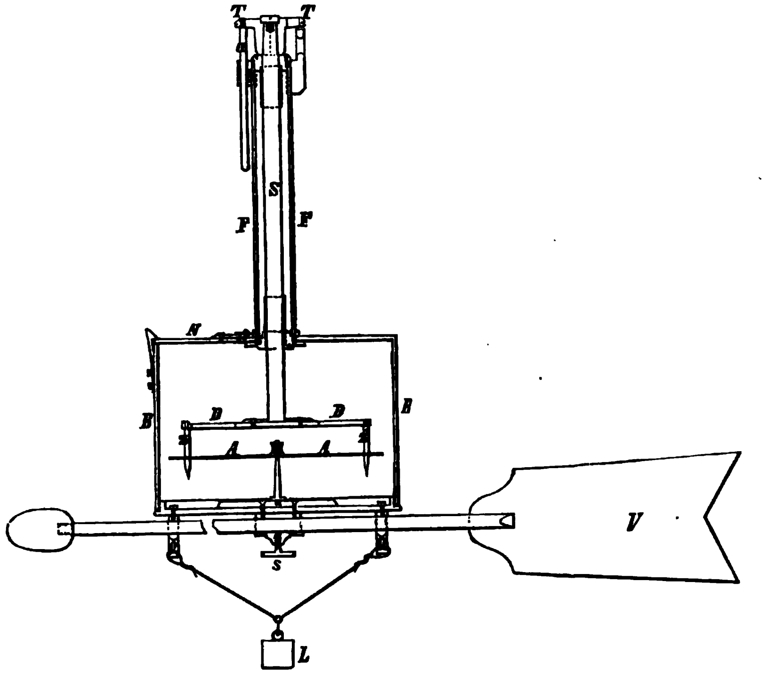


Fig. 78 (1/5 natürl. Gr.).

rühren, so hat dieselbe freie Bewegung und kann sich in den magnetischen Meridian einstellen.

An der Aussenseite des Bodens des Gehäuses befinden sich zwei Oesen *o* mit doppelten Löchern und in seiner Mitte ein Lager mit einer Schraube *s*. Durch die oberen Löcher der Oesen und das Lager wird ein Pfeil mit einem Flügel V so gesteckt, dass der Apparat im Wasser balanzirt, und wird in dieser Lage durch die Schraube bei *s* befestigt. Durch die untern Löcher der Oesen wird eine Leine, an der sich ein Loth L befindet, gezogen.

In der Platte T befindet sich ein Loch. Eine dünne Leine, mittels welcher der Apparat in die Tiefe gelassen werden soll, wird durch dieses Loch hindurchgezogen und in einem Ring an der Röhre F befestigt.

Wenn der Apparat gebraucht werden soll, wird die Magnetnadel auf ihre Pinne gelegt, das Gehäuse B mit Wasser gefüllt und durch den Deckel N

11

geschlossen. Man hebt nun den mit Zähnen besetzten Ring dadurch, dass man die in der Röhre gleitende Stange an der Platte *T* heraufzieht. An der untern Seite der Platte *T* sitzt ein Leitstift *a*, welcher durch einen Ring *b* an der Röhre *F* mit leichter Reibung geht. Durch die Friktion des Leitstiftes im Ringe *b* soll der Ring *D* in der ersten Stellung gehalten werden. Wenn dies, wie mitunter der Fall ist, nicht vollständig durch die Reibung erzielt wird, so muss man einen dünnen Holzstab von der Stärke eines Streichholzes in vertikaler Lage neben den Gleitstift setzen. Man führt darauf den Apparat bis zu der Tiefe, in welcher man beobachten will, hinab, und wenn er dort so lange gewesen ist, dass man annehmen kann, die Magnetnadel sei zur Ruhe gekommen, lässt man ein auf die Leine gestreiftes Gleitgewicht hinablaufen. Durch den Fall des Gleitgewichts auf die Platte *T* wird die Friktion des Leitstiftes überwunden bezw. das dünne Holzstäbchen zerbrochen, und der Ring *D* mit den Zähnen senkt sich soweit hinab, dass die Magnetnadel *A* zwischen den Zähnen festgehalten wird. Wenn das Instrument heraufgezogen ist, untersucht man, wie gross der Winkel ist, den der Pfeil mit der Magnetnadel bildet und erhält so die Richtung des Stromes. Der Abstand der Zähne von einander beträgt ungefähr 1 Strich.

Das zylindrische Gefäss, welches Irminger bei seinen Beobachtungen benutzte, hatte einen Durchmesser von 15,7 cm. Wenn das Gleitgewicht, welches an der Leine hinunterlief, 1 kg wog, war der Aufschlag desselben auf die Platte *T* vollkommen hinreichend, um die Reibung zu überwinden und die Magnetnadel festzusetzen. Das Gewicht unter dem Apparat war am häufigsten ein 9 kg schweres Loth.

Bei Beobachtungen mit diesem Apparat darf das Schiff oder Fahrzeug, von dem aus beobachtet wird, seinen Ort nicht verändern. Schon wenn das Schiff während der Beobachtung treibt, wird der Pfeil nicht mehr die wirkliche Stromrichtung anzeigen, sondern die Richtung der Diagonale eines Parallelogrammes, dessen eine Seite die Richtung und Geschwindigkeit des Stroms und dessen andere Seite die Richtung und Geschwindigkeit bildet, in welcher das Schiff forttreibt.

C. Meteorologisch-nautische Instrumente.

Unter der grossen Zahl von Instrumenten, welche R. Fuess ausgestellt hatte, befand sich auch ein Quecksilberbarometer, wie es jedem Fahrzeug der Kaiserlichen Marine mitgegeben wird.

Das in Figur 79 dargestellte Instrument hat folgende Konstruktion. Die in das Gefäss *a* von 51,5 mm Durchmesser mündende Röhre taucht mit 3 mm Oeffnung in diese ein und erweitert sich nach oben zu einem Durchmesser von 6 mm. Diesen behält sie bei, bis sie bei *b* die Bunten'sche

Luftfalle bildet. Diese hat bekanntlich den Zweck, etwa vorhandene Luft an der kuppenartigen Wölbung bei *c* abzuscheiden und das Eindringen derselben in weiter aufwärts liegende Theile des Instrumentes zu verhindern. Die in die erweiterte Kammer oder Luftfalle hineinragende Spitze ist ein kurzes Kapillarrohr von 0,2 mm Durchmesser. Dasselbe vermindert die durch Schiffsbewegungen hervorgerufenen Schwankungen der obersten Quecksilberkuppe bei *d*, deren Stand abgelesen wird, bewirkt aber andererseits auch, dass das Quecksilber dem Luftdruck nur langsam folgt. Der zwischen *c* und *e* liegende Theil der Röhre, der Mittelstamm, hat einen Durchmesser von 1 mm, derselbe erweitert sich oberhalb *e* zu 3 mm. Da das Gefäss, wie bereits erwähnt, einen Durchmesser von 51,5 mm hat, ergiebt sich für die Werthe der Theilungsintervalle der Skale eine Grösse von ungefähr 1 mm.

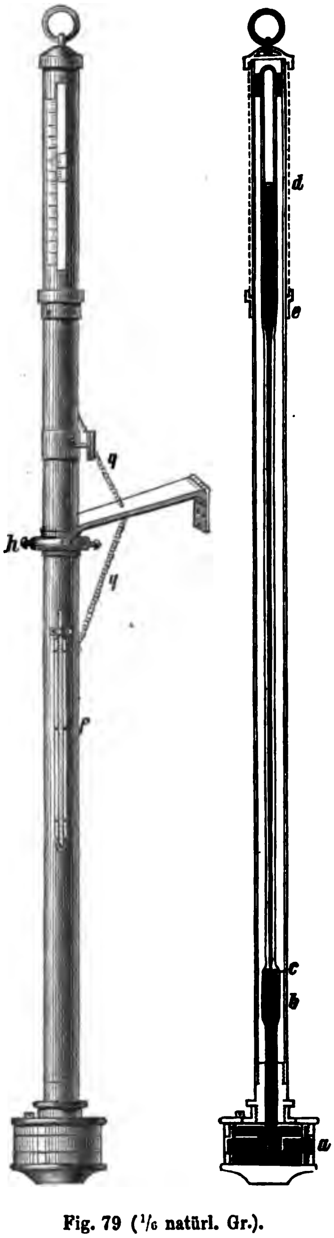


Fig. 79 (1/6 natürl. Gr.).

Die gegebene äussere Ansicht des Instrumentes bedarf nur weniger Erläuterungen. Dasselbe ist bei *h* kardanisch aufgehängt, *g* sind spiralförmig gewundene Drathenden, welche Erschütterungen, wie sie durch die Bewegung der Schiffsmaschine entstehen, aufnehmen sollen; bei *f* ist ein Thermometer angebracht. Die oberhalb *e* liegenden punktirten Linien deuten ein Glasrohr an, das über die versilberte Skale geschoben wird, um diese gegen äussere Einflüsse zu schützen.

Eine grössere Zahl von Aneroidbarometern hatte O. Bohne ausgestellt. Diese nach Naudet's System konstruirten Instrumente (vergl. S. 118 u. ff.) stehen in keiner Weise hinter den französischen zurück, mit welchen der Bedarf der Deutschen Marine an Aneroiden zum grossen Theil immer noch gedeckt wird. Eine vom hydrographischen Amt der Kaiserlichen Admiralität angestellte Ver-

gleichung eines Bohne'schen Aneroidbarometers mit einem Naudet'schen bei verschiedenen Barometerständen und bei Temperaturen von + 5 bis 30° ergab, dass das Bohne'sche Instrument in vieler Hinsicht noch überlegen war.

Die einfachen Aneroidbarometer eignen sich für den Schiffsgebrauch ganz vorzüglich, weil sie mit dem Uebelstande des Pumpens oder des Auf- und Niederschwankens der Quecksilbersäule bei heftigen Schiffsbewegungen, wovon ein Quecksilberbarometer nie ganz zu befreien ist, nicht behaftet sind. Der ganze Bedarf derartiger Instrumente wird für die Kaiserliche Marine aus der Bohne'schen Fabrik bezogen, seit die Prüfung so günstige Resultate ergeben hat.

Neben den einfachen Aneroidbarometern von bekannter Konstruktion hat Bohne mehrere Exemplare eines von ihm verbesserten Naudet'schen Systems ausgestellt, welches für den Schiffsgebrauch ebenfalls geeignet scheint, dessen Zweckmässigkeit aber noch zu erproben ist. Die Verbesserung besteht in Folgendem:

An Stelle der einfachen Naudet'schen Büchse werden zwei übereinander befindliche und mit einander kommunizirende angewendet, ausserdem ist das Instrument durch Vermittelung eines besonderen Hebels für Temperatureinflüsse kompensirt. Dieser Hebel ist aus Stahl und Messing lamellenartig zusammengesetzt; er krümmt sich in Folge dessen bei Temperaturveränderungen nach oben oder nach unten. Ein Reiter liegt zum Theil auf diesem Hebel, zum Theil mit einem Ansatz auf einem zweiten Hebel auf, der die eigentliche Uebertragung der Ausdehnung der Büchsen auf den Zeiger bewirkt. Die Biegung des ersten Hebels theilt sich demgemäss dem zweiten mit. Der Reiter ist in der Horizontalrichtung verstellbar; seine Lage muss erfahrungsmässig ermittelt werden.

D. Rein nautische Instrumente.

Die rein nautischen Instrumente waren auf der Austellung nur durch eine von Bamberg ausgestellte Lothmaschine vertreten. Auch diese ist von demselben Sir William Thomson erfunden, welcher den auf S. 149 u. ff. beschriebenen, nach ihm benannten neuen Schiffskompass konstruirt hat. Das ausgestellte Exemplar war von derselben vorzüglichen Arbeit, welche man bei der Firma stets zu finden gewohnt ist. An Genauigkeit sowie an Eleganz übertrifft es die in England hergestellten Maschinen. Wegen der Bedeutung, welche diese Maschine für die Schifffahrt in kurzer Zeit erlangen wird, lassen wir nachstehend nach einigen allgemeinen Bemerkungen eine genaue Beschreibung derselben folgen.

Das beste gewöhnliche Loth lässt sich von Bord eines in schneller Fahrt befindlichen Schiffes aus, bei der geschicktesten Handhabung, selbst

auf geringe Wassertiefen nicht mit Erfolg benutzen. Es erreicht bekanntlich in der Regel den Grund nicht; erreicht es ihn aber, so lässt sich aus der Länge der ausgelaufenen Leine die Wassertiefe immer noch nicht genau ermitteln. Der erstere Uebelstand, nämlich das langsame Fallen des Lothes, wird veranlasst durch den Widerstand, welchen jede aus Tau hergestellte Lothleine durch Reibung im Wasser erfährt. Dieser Widerstand wächst naturgemäss mit dem Umfang der Leine. Der Stahldrath, aus welchem man die Saiten für Klaviere herzustellen pflegt, ist verhältnissmässig sehr widerstandsfähig und hat dabei eine glatte Oberfläche von sehr geringem Umfang[1]). Diese Eigenschaften machen ihn zur Verwendung an Stelle einer Lothleine sehr zweckmässig und veranlassten Sir William Thomson, ihn bei seiner Maschine zu benutzen.

Den zweiten der erwähnten, dem gewöhnlichen Loth anhaftenden Uebelstande, darin bestehend, dass die Länge der ausgelaufenen Leine kein direktes Maass[2]) für die Wassertiefe ist, beseitigt Sir William Thomson bei seiner Maschine in folgender Weise: Mit dem Loth wird eine unten offene Glasröhre, deren innere Fläche mit chromsaurem Silber belegt ist, versenkt. Beim Fallen des Lothes wird, je nach der Tiefe, in welcher es sich befindet, die in der Glasröhre vorhandene Luft von dem eindringenden Wasser mehr oder minder zusammengedrückt und durch den chemischen Prozess, welcher zwischen dem Belag der Röhre und dem Seewasser stattfindet, eine deutliche Farbenänderung der Röhre bis zur Höhe der eingedrungenen Wassersäule bewirkt. Der orangefarbene Belag nimmt nämlich bis zu dieser Höhe eine weisse Farbe an. Durch einen der Maschine beigegebenen Maassstab misst man mit der Höhe der untersten Spitze des orangefarbenen Belages direkt die Wassertiefe. Dies sind im Wesentlichen die Prinzipien, nach welchen die Lothmaschine von Sir William Thomson konstruirt ist. Sie soll von Tiefen ab, auf denen das Handloth nicht mehr ausreicht, bis zu etwa 200 m Wassertiefe Verwendung finden. Der Natur des an Stelle der Lothleine verwendeten Drathes nach müssen Kinke in demselben vermieden werden. Ist eine Kinke (eine sogenannte Schlaufe) vorhanden und wird der Drath angespannt, so bricht er. Der Gebrauch der Maschine darf deshalb in sehr flachem Wasser und bei ganz geringer Fahrt nicht, unter keinen Umständen aber bei stillliegendem Schiffe stattfinden, weil alsdann ein zu schnelles Abrollen des Drathes von der zugehörigen Trommel nur schwer vermieden und somit die Kinkenbildung nicht immer verhindert werden kann. Eine gewisse Fahrgeschwindigkeit und nicht zu geringe Tiefe sind also Bedingungen für das gute Funktioniren der Maschine.

---

[1]) Nach Sir William Thomson's Angaben trägt der zu seiner Maschine verwendete Drath von 0,76 mm Durchmesser ein Gewicht von 104 bis 109 kg, 180 Meter dieses Draths wiegen aber nur 0,68 kg.

[2]) Siehe Handbuch der Navigation, 125 und 142.

Die in der nachstehenden Fig. 80 dargestellte Maschine hat folgende Theile: Das Loth *A* von 0,99 m Länge und 11 kg Gewicht, am unteren Ende mit einer Vertiefung zur Aufnahme von Talg versehen; die Leine *B* von 2,5 m Länge, zur Verbindung des Lothes mit dem Lothungsdrath und

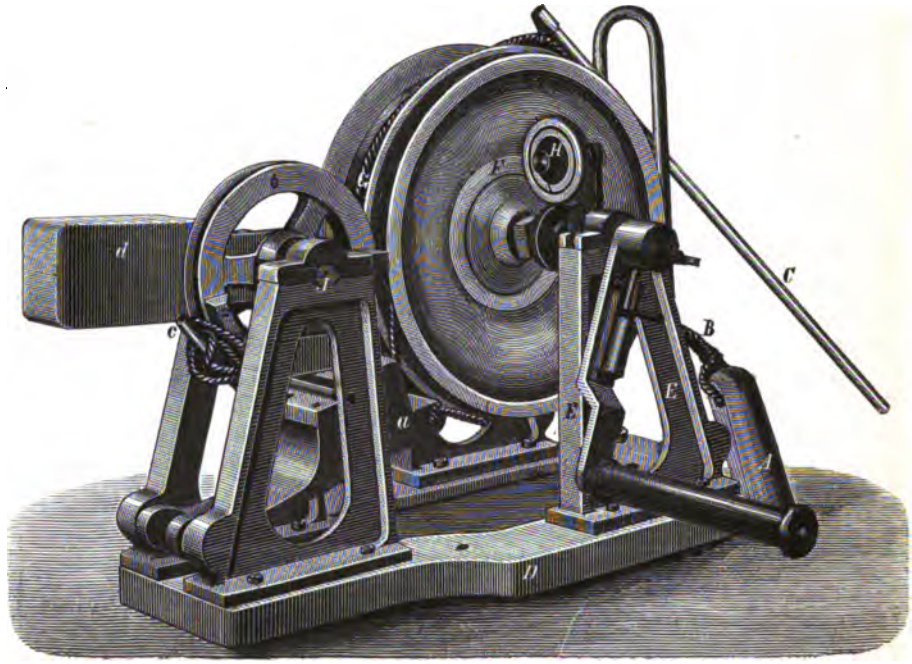


Fig. 80 (1/7 natürl. Gr.).

zur Befestigung der Hülse *C* dienend; die Messinghülse *C*, zur Aufnahme der Glasröhren bestimmt, sie wird, wie in der Figur angedeutet, an der Leine so festgemacht, dass ihr oberes Ende etwa 90 cm von dem mit einem Ringe versehenen unteren Ende des Lothungsdrathes entfernt ist; eine grössere Anzahl (gewöhnlich 100) mit einem inneren Belag von chromsaurem Silber versehener Glassröhren, welche in einem besonderen Behälter aufbewahrt werden; einen Maassstab zum Messen der gelotheten Wassertiefe an dem weiss gefärbten Theile der benutzten Glasröhren; das Lager *D*, auf welchem die Vorrichtungen zum Fallenlassen und Bremsen des Lothes sowie zum Messen des ausgelaufenen Drathes befestigt sind; der Bock *E*, welcher eine Rolle trägt, auf die der Lothungsdrath gewunden wird; die Trommel *F* zum Aufwinden des Lothungsdrahtes, an einer Seite mit einem Rade zur Aufnahme des Bremstaues *G*, sowie mit 2 Händeln versehen, welche zum Einholen des Lothes benutzt werden; einen Eimer von gal-

vanisirtem Eisen, in welchem der etwa 500 m lange Lothungsdrath, in Kalkwasser liegend, aufbewahrt wird, wenn die Maschine ausser Betrieb ist; den Zähler *H*, ein Zahnradgetriebe, zur Ermittelung der Länge des ausgelaufenen Drathes dienend; die Bremsvorrichtung zum Hemmen des sich abrollenden Drathes und zum Stoppen desselben, nachdem das Loth den Grund erreicht hat.

Einige Lothe, Messingröhren, Ringe für das untere Ende des Drathes und ein Maassstab werden der Maschine in der Regel als Reservetheile mitgegeben. Für das Vorhandensein von etwas Kalk ist ausserdem zu sorgen, damit die Lösung in dem oben erwähnten Eimer hergestellt und erhalten werden kann. Der nöthige Vorrath wird gewöhnlich in einer kleinen Blechflasche mitgeführt.

Die Maschine ist am Heck, an der Bordwand oder an einem sonst besonders geeigneten Orte so aufzustellen, dass das Loth, wenn es, wie in der Figur dargestellt, am Ende des auf die Trommel gerollten Drathes befestigt ist, durchaus frei fallen kann. Nachdem diese Stellung ermittelt ist, wird die ganze Maschine durch Verbolzen oder Festlaschen des Lagers am Aufstellungsorte befestigt.

Die Handhabung der Maschine geschieht in folgender Weise: das Loth *A* wird mit Talg versehen und vermittels der Leine an den Ring des auf die Trommel gerollten Lothungsdrathes befestigt. Die Messinghülse *C* wird an die Leine festgenäht, von oben eine mit vollem Belag versehene Glasröhre in dieselbe eingeführt und der am oberen Hülsenende befindliche Verschluss dicht gemacht. Dann wird die Bremse adjustirt, indem das an einem Ende mit einem Knoten versehene Bremstau *G* durch das Loch am Ende des Gegengewichts *a* geschoben und von oben herum in die Rille des Trommelrades gelegt, dann wieder nach oben über das Bremsrad *b* geschoben und zuletzt an der Klampe *c* festgesteckt wird. Ehe Letzteres geschieht, muss man den Bremshebel *d* in seine höchste Stellung, welche normal zur Stellung in der Figur gerichtet ist, bringen und das Bremstau soweit anholen, dass das Ende des Gegengewichtes *a* gerade das Lager *D* berührt. Dann erst belegt man das Bremstau an der Klampe *c* für fest. Befindet sich der Bremshebel in seiner höchsten Stellung, so findet wenig oder gar kein Widerstand gegen Umdrehung der Trommel statt. Lässt man den Bremshebel *d* in die Lage der Figur nieder, so findet das Maximum des gegen die Umdrehung der Trommel wirkenden Widerstandes statt. Die dadurch verursachte Reibung reicht hin, das Ablaufen des Drahtes zu verhindern, auch wenn das Loth an demselben hängt.

Soll das Loth fallen, so bringt man den Bremshebel in seine mittlere Lage (45° geneigt gegen die Lage der Figur), wobei das Gegengewicht zwischen seiner oberen und unteren Stellung schwebt; dadurch wird das Rad mit der Trommel aus seiner Arretirung gelöst. Die Trommel geräth in rasche Drehung, bis das Loth den Grund erreicht, worauf sie plötzlich stoppt oder

sich nur ganz langsam weiter bewegt. In diesem Augenblicke drückt man den Bremshebel rasch nieder in die Stellung der Figur und liest dann am Zähler ab. Hierauf setzt man die Kurbeln ein und windet den Drath möglichst schnell mit dem Bremshebel in seiner höchsten Stellung auf, bis das Loth aus dem Wasser und der Ring auf die Trommel kommt. Eine Umdrehung mit der Lothleine auf der Trommel bringt die Messinghülse in die erforderliche Lage; dann hört man auf zu drehen, lässt den Bremshebel nieder in die Stellung der Figur und nimmt die Glasröhre aus der Hülse[1]). Um die gelothete Tiefe zu erhalten, hält man nun den Maassstab neben die Glasröhre, diese mit dem geschlossenen Ende aufwärts und liest diejenige Fadenzahl ab, welche mit der untersten Spitze des orangefarbenen Theiles der Röhre abschneidet.

Diese Ablesung, ohne Anbringung von Korrektion, giebt die Tiefe hinreichend genau, wenn das Barometer zwischen 730,24 und 749,29 mm steht.

Steht	das	Barometer	auf	755,6 mm,	so	addire	man	1	Faden	zu	je 40	Faden
„	„	„	„	762,0	„	„	„	„	„	„	30	„
„	„	„	„	774,7	„	„	„	„	„	„	20	„
„	„	„	„	787,4	„	„	„	„	„	„	15	„

Das Loth erreicht, von dem Augenblicke an gerechnet, wo man es fallen lässt, in $^1/_4$ bis 1 Minute den Grund.

Es ist nicht nöthig, jedesmal eine Glasröhre zu verwenden. Die Ablesungen am Zähler im Augenblicke, wenn das Loth den Grund berührt, erlauben, die Tiefe mit für gewöhnliche Zwecke hinreichender Genauigkeit zu bestimmen, wenn man gelegentlich eine Glasröhre benützt. Die Ablesung ergiebt nämlich angenähert die Zahl der abgelaufenen Faden[2]). Das Verhältniss der Länge des abgelaufenen Drathes zur Tiefe aber differirt mit der Tiefe, der Fahrtgeschwindigkeit des Schiffes und dem Seegange. Namentlich wenn Fahrtgeschwindigkeit und Seegang dieselben bleiben, ist es daher leicht, die Tiefen nach der Zahl der Umdrehungen zu schätzen bezw. aus einer einfachen Konstruktion oder Berechnung zu ermitteln. Bei der ersten Lothung verwende man also eine Glasröhre und lese mittels derselben und der Skale die Tiefe genau ab. Dann braucht man erst nach drei oder mehr Lothungen wiederum eine Glasröhre zu verwenden.

---

[1]) Man muss die Glasröhre stets so halten, dass sich ihr geschlossener Theil oben befindet. Bei umgekehrter oder wagerechter Lage der Röhre könnte das etwa noch in derselben befindliche Seewasser nach dem geschlossenen Theil hinlaufen und den orangefarbenen Belag noch weiter hin weiss färben. In diesem Falle würde man eine zu grosse Tiefe erhalten.

[2]) Zwei Umdrehungen der Trommel entsprechen ungefähr 1 Faden, doch differirt dies etwas im Verhältniss zu dem auf der Trommel befindlichen Drath. Wenn daher eine Lothung ohne Gebrauch der Glasröhren und auf Grund des Umdrehungzählers *H* vorgenommen werden soll, so muss die Ablesung am Zähler korrigirt werden. Die Korrektion ergiebt sich aus der Messung des Umfanges der Trommel, wenn das Loth auf dem Grund ist, und des Umfanges derselben, wenn der Drath wieder aufgewunden ist.

Wenn die Maschine nicht zum sofortigen Gebrauch fertig sein muss, so mache man die Lothleine von dem Ringe los und befestige diesen an die Trommel. Hierauf nehme man die Trommel aus ihren Lagern und lege sie in den zur Maschine gehörigen Eimer von galvanisirtem Eisen. Derselbe muss mit Kalkwasser angefüllt werden, damit dem Rosten des Drathes vorgebeugt werde. Es ist nicht nöthig, das Wasser im Eimer zu erneuern, es genügt vielmehr, wenn von Zeit zu Zeit ein Stück gebrannten Kalks in den Eimer geworfen wird.

Die benutzten und bis zur gelotheten Tiefe entfärbten Glasröhren können von jedem Mechaniker ohne erhebliche Mühe und Kosten mit einem neuen Belag versehen werden, wodurch sie wieder brauchbar sind.

Die metrologischen Apparate.

Berichterstatter:
Dr. L. Loewenherz, Regierungsrath bei der Kaiserl. Normal-Eichungs-Kommission.

A. Apparate für Längenmessung.

Apparate für Längenmessung waren nur in geringer Zahl vertreten. Von den grösseren hierher gehörigen Apparaten, den Komparatoren und Theilmaschinen, von welchen auch aus Berliner mechanischen Werkstätten manche recht bemerkenswerthe Konstruktion hervorgegangen ist, war nichts ausgestellt, abgesehen von dem auch als vertikalen Transversal-Komparator eingerichteten Bamberg'schen Kathetometer, das weiter unten behandelt wird.

Maassstäbe, welche für Präzisionsmessungen bestimmt sind, hatten Bamberg und Reichel ausgestellt. Der erstere war durch einen Meterstab aus Stahl für geodätische Zwecke mit eingelassenem Thermometer und durch ein Hauptnormalmeter (Strichmaass) aus Messing mit eingelegtem Silberstreifen vertreten; dieser Streifen trug die Theilung, die ganze Länge war in Zentimeter, ein Dezimeter in Millimeter getheilt.

Von hervorragendem Interesse war ein von Reichel eingelieferter Endmaassstab, der noch nicht ganz fertig gestellt war, aber die Art seiner Anfertigung erkennen liess. Da die sinnreichen Methoden, welche Reichel für Anfertigung und Justirung von Endmaassstäben erdacht hat, anderweitig Nachahmung finden dürften, sobald erst ihre vollständige Durchführung praktisch erprobt sein wird, so mag es gestattet sein, auf diese Methoden und auf die dazu gehörigen Apparate näher einzugehen.

Reichel's Endmaassstäbe haben quadratischen Querschnitt, ihre bestimmenden Enden werden durch eben abgeschliffene Saphirflächen gebildet. Seine Methode beabsichtigt nun, die Endflächen vollkommen eben, einander parallel und genau rechtwinklig zur Achse des Stabes herzustellen und ihrem Abstand ausserdem mit sehr weit gehender Genauigkeit eine bestimmte Länge, also z. B. die eines Meters, zu geben. Zu diesem Behufe werden im wesentlichen die folgenden Operationen nach einander vorgenommen. Man lässt

den Stab um seine genau vertikal gerichtete Achse langsam rotiren und durch ein schnell rotirendes Schleifrad, das während des Schleifens sich in horizontaler Richtung verschiebt, das eine Stabende eben abschleifen; der Stab wird dann umgelegt, wobei durch seine eigenthümliche Vorbearbeitung erreicht wird, dass er nunmehr genau um dieselbe vertikale Achse rotiren kann wie vorher, dass also das andere Ende genau parallel dem ersten abgeschliffen wird. Vor dem Schleifen der zweiten Endfläche wird aber noch der Stab so weit gesenkt, dass der Abstand zwischen der bereits abgeschliffenen Endfläche und der durch die höchste Stelle des Schleifrades gelegten Horizontalebene genau ein Meter beträgt. Nach vollständigem Abschleifen der unteren Endfläche muss deshalb auch diese vom oberen Ende um genau ein Meter abstehen.

Der von Reichel ausgestellte Maassstab war ein in der erforderlichen Art vorbearbeiteter, also so weit hergerichteter Meterstab, als nöthig, um die Steinflächen einsetzen und die Schleifoperation beginnen zu können. Die Vorbearbeitung besteht darin, dass man an den beiden Enden des vierkantigen Stabes Stahlkugeln ansetzt, hierauf den Stab um die Verbindungslinie der beiden Kugelzentren rotiren lässt, die beiden Enden bis auf etwa 5 cm Länge zylindrisch in gleichen Durchmessern abdreht und endlich mit Kugelfacetten versieht. Die beiden angedrehten Zylinderflächen haben dann eine und dieselbe Achse, die zugleich durch die Zentren der beiden Facetten geht. (Vergl. den Stab *A* in Fig. 83 a. S. 176). Auf die Bedeutung, welche die Lagerung in Kugeln statt in den sonst üblichen Kegeln bei diesen Vorbereitungen, wie auch bei den Einrichtungen der Schleifmaschine selbst für die ganze Arbeit hat, wird auf S. 179 eingegangen werden.

Zum Zwecke der weiteren Bearbeitung werden die angesetzten Stahlkugeln abgenommen, die Endflächen rechtwinklig zur Achse eben abgedreht und mit schwach konischen Vertiefungen versehen, in welche die Saphire genau eingepasst werden; die Lage der letzteren wird endlich noch dadurch gesichert, dass über einen Theil ihrer polirten Facetten die Metallkanten übergedrückt werden.

Reichel benutzt als Schleifeinrichtung eine Fräsemaschine (Fig. 81), auf welcher er ein aus drei gezogenen Rohren n_1, n_2 und n_3 zusammengesetztes, pyramidenförmiges Gestell befestigt. Die Prismenführung *m* der Fräsemaschine (vgl. auch Fig. 82), auf welcher der Schlitten *M* durch die Schraube *k* in horizontaler Richtung verschoben werden kann, trägt vermittels der Konsole *L* das Gestell *l* für die rotirende Schleifspindel *C*, welche die horizontale Verschiebung des Schlittens *M* mitmacht. Auf dem Vertikalsupport *b* verschiebt sich ferner mittels der Schraube *T* ein Lager *B*, das eine Hohlkugelzone enthält zur Aufnahme der Kugelfacetten des Stabes *A*. Ein zweites Lager *B'* für diesen Stab ist an dem Pyramidengestell befestigt. Die Rohre n_1, n_2 und n_3 werden nämlich oben durch eine Verbindungs-

platte *P* gehalten. An diese und eine zwischen den Rohren n_1 und n_2 befestigte Querleiste *Q'* ist ein vertikal stehendes dreiseitiges Prisma *Q* befestigt, auf dem sich das Lager *B'* verschieben und feststellen lässt. B' trägt in seiner inneren Ausbohrung (Detailzeichn. der Fig. 81 in $^1/_4$ n. G.) zwei

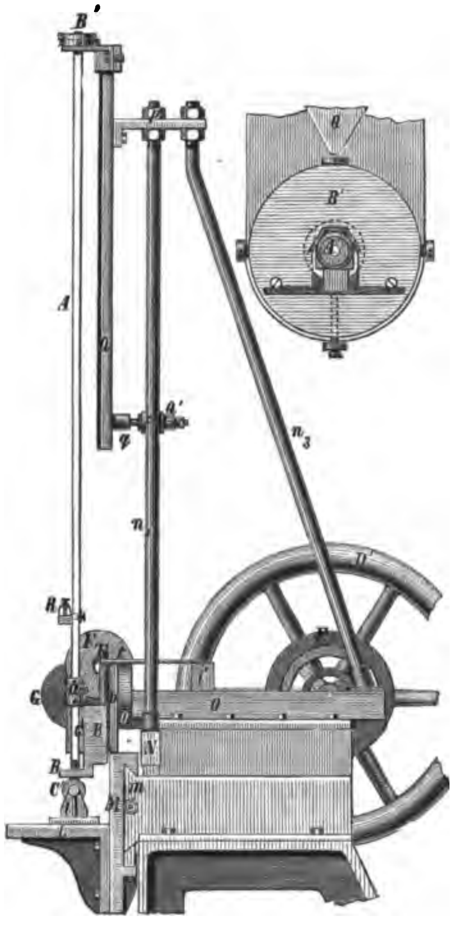


Fig. 81 ($^1/_{20}$ natürl. Gr.).

feststehende Hohlzylinderbacken und einen eben solchen beweglichen, der mit Hülfe einer Feder und Schraube beliebig angedrückt werden kann. Der Stab *A* wird mit einem seiner Endzylinder in das Lager *B'* eingelegt und berührt dieses dann an drei um 120 Grad von einander entfernten Punkten.

Auf den Stab ist mit geeigneter Fassung eine Libelle *R* aufgesteckt, welche an der Rotation des Stabes theilnimmt, mit Hülfe deren es deshalb möglich ist, die vertikale Stellung der Rotationsachse zu erkennen. Die Vertikalstellung wird dadurch ermöglicht, dass das Lager *B'* sich in der Horizontalebene beliebig verschieben lässt; um sie bei der später zu erwähnenden Senkung des Lagers *B* nicht aufzuheben, wird auch die Führung von *B*, mittels einer Libelle mit passendem Hülfsstück, genau vertikal gestellt.

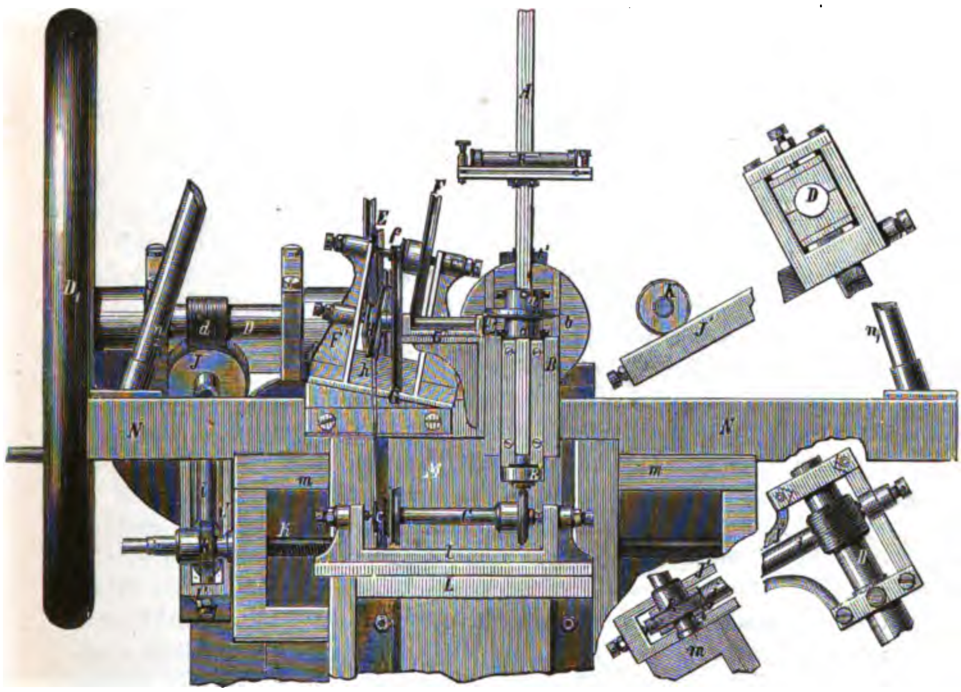


Fig. 82 (1/10 natürl. Gr.).

Die eingangs beschriebene Vorbearbeitung des Stabes *A* und die Art seiner Lagerung in den Lagern *B* und *B'* verbürgen nun, dass derselbe um die Achse seiner Endzylinder rotirt und diese Rotationsachse auch noch beibehält, nachdem er umgelegt worden ist.

Die horizontale Verschiebung des Schleifrades *C* wird ferner durch die Art der Herstellung des Schlittens *M* und durch Horizontirung der nach oben gerichteten Fläche desselben hinreichend gesichert. Diese Fläche

ist parallel der Führung *m* abgefräst; sie diente als Normalfläche für die Einrichtung der ganzen Maschine. Nachdem die Einrichtung geschehen war, wurde das Fussgestell der Maschine, das auf einem Steinfundament von 75 cm Höhe steht, mit Zement untergossen.

Die Rotation des Stabes *A*, ebenso wie die Rotation und die horizontale Verschiebung des Schleifrades *C* werden durch eine und dieselbe Betriebswelle *D* bewirkt; eine Anzahl theils vertikal, theils schräg gestellter Schnurräder vermittelt beide Rotationen, eine Schraubenübertragung die Horizontalverschiebung. Die Uebertragungseinrichtung ist aus Fig. 82 zu erkennen. Auf der Welle *D* sitzt ein grosses Schnurrad *E* mit fünf Stufenscheiben, welche die Bewegung der anderen Räder in folgender Weise vermitteln:

Auf den Stab *A* ist ein Zahnrad *a* aufgesteckt, in welches ein kleineres Zahnrad *g* eingreift, das auf einem an dem Lager *B* befestigten Träger *G'* gelagert ist und auf dessen Achse ein Schnurrad *G* sitzt. Ferner ist an der mit dem Maschinengestell fest verbundenen Schiene *N* seitwärts ein schräg gestellter Bock *F'* befestigt, auf dem zwei Wellen gelagert sind. Um die eine derselben drehen sich die mit einander fest verbundenen Schnurscheiben *F* und *f*, um die andere die ebenso verbundenen Schnurscheiben *H* und *h*. Die grössere Scheibe *F* ist durch einen Schnurlauf mit *E*, die kleinere *f* durch einen Schnurlauf mit *G* verbunden, so dass also durch Vermittelung der Räder *E*, *F*, *f*, *G*, *g* und *a* der Stab *A* in Rotation versetzt wird. Die kleinere Scheibe *H* ist wiederum durch einen Schnurlauf mit *E* und die grössere Scheibe *h* mit einem auf der Achse der Spindel *C* aufgesetzten Schnurrad *c* in Verbindung, so dass durch Vermittelung der Räder *E*, *H*, *h* und *c* die Rotation der Spindel *C* vermittelt wird.

Die horizontale Verschiebung der letzteren wird, wie schon erwähnt, durch die Schraube *k* erreicht, welche den Schlitten *M* fortbewegt und welche durch die in zwei Detailzeichnungen besonders dargestellte Uebertragung von der Betriebswelle *D* her gedreht wird. Auf *k* ist ein Schraubenrad *K* aufgesteckt, das in eine auf der schräg liegenden Welle *i* eingeschnittene Schraube eingreift; das obere Ende von *i* trägt ein zweites Schraubenrad *J*, das von einem dritten auf der Welle *D* sitzenden Schraubenrad *d* seine Bewegung erhält.

Die sämmtlichen Schnurscheiben und Schraubenräder der Uebertragungen sind so angeordnet, dass nach 100 Umläufen der Betriebswelle *D* der Stab *A* eine einzige Rotation vollendet hat, während die Schleifspindel *C* in derselben Zeit 650 Umdrehungen macht und zugleich um 0,1 mm in der Horizontalen fortgeschoben wird. Der Durchmesser der abzuschleifenden Steinflächen beträgt etwa 4 mm, der Durchmesser der Schleifspindel ist 57 mm und die Breite des schleifenden Zylinders 2 mm, die Schleiffläche beträgt demnach 358 qmm, die an der Steinfläche, deren Inhalt ungefähr 12,5 qmm gross ist, nach und nach zur Wirkung kommen.

Zu Anfang der Arbeit tritt die Spindel nur mit der Kante ihres Randes an den Begrenzungsrand des Steines und rückt langsam radial gegen die Achse vor. Da sie während einer Umdrehung des Stabes *A* um 0,1 mm vorwärts gerückt ist, so wird sie nach 20 Umdrehungen die Achse von *A* erreicht haben und also erst dann mit ihrer vollen Breite arbeiten; dies geschieht also, nachdem die Spindel selbst 13000 Umläufe gemacht hat.

Es mag hier noch erwähnt werden, dass R. der Achse des Schleifrades *C* eine geringe Neigung gegen die Linie seiner horizontalen Fortbewegung giebt, um dem Uebelstand vorzubeugen, dass die Mitte des Steines weniger abgeschliffen wird, als die anderen Stellen, also dort eine Erhöhung zurückbleibt. Wenn nämlich die Schleifradachse ihrer horizontalen Fortbewegung parallel ist, so wird die Linie, in welcher (theoretisch) die Schleifscheibe den Stein berührt, in ihrer eigenen Verlängerung fortgeschoben und müsste deshalb genau durch die Achse von *A* hindurchgehen, wenn jener Uebelstand nicht eintreten sollte. Bei der jetzigen Anordnung dagegen beschreibt die Berührungslinie der Schleifscheibe mit dem Stein eine Fläche von der Form eines schiefwinkligen Parallelogramms und es kann leicht irgend ein innerhalb desselben liegender Punkt durch die Achse von *A* hindurchgeführt werden.

Es erübrigt nunmehr nur noch darzulegen, wie die Justirung der Länge des Stabes ausgeführt wird. Nachdem die Bearbeitung der einen Endfläche des Stabes vollständig beendet und die andere Endfläche vorgeschliffen ist, wird die Länge des Stabes auf einem besonderen Komparator (S. 176) ermittelt. Mit Hülfe der Schraube *T* lässt sich dann das Lager *B* und mit ihm der Stab *A* um den erforderlichen Betrag senken, wobei mit Hülfe eines aufgesteckten langen Armes *t* (Fig. 81) der Schraube *T* auch ganz geringe Drehungen ertheilt werden können, die an einem Index *t'* abgelesen werden. Es ist möglich, die Senkung des Stabes bis auf 0,001 mm genau zu reguliren. Bevor aber der Stab um die abzuschleifende Länge gesenkt wird, muss er erst so eingestellt werden, dass die abzuschleifende Endfläche und die höchste Stelle des Schleifrades genau in derselben Horizontalen liegen. Dies erreicht Reichel in folgender Weise:

Ein Kollimator *S* (Fig. 83 a. folg. S.) wird auf einen am Schlitten *M* zu befestigenden Träger *S'* gestellt und mit Hülfe eines Quecksilberhorizonts in bekannter Weise vertikal gerichtet. Nach Entfernung des Horizonts wird eine aus drei Theilen *s*, *s'* und *s''* zusammengesetzte Spiegelvorrichtung unter den Kollimator gebracht. Die Glasplatte *s* ist auf ihrer unteren Seite vollkommen eben abgeschliffen und hat nahe an ihrem einen Ende ein rundes Loch, dies wird durch den ebenen Spiegel *s''* geschlossen, der an die untere Seite von *s* angelegt und festgekittet ist; eine zweite Glasplatte *s'*, deren obere Fläche eben abgeschliffen ist, wird gegen das andere Ende von *s* angelegt und durch eine Klemme damit zusammengehalten. Somit liegt

die spiegelnde Fläche von s'', die untere Begrenzungsebene von s und die obere Begrenzungsebene von s' in einer und derselben Ebene.

Diese Spiegelvorrichtung stützt man nun bei s auf die mit Hülfe der Schraube k um eine bestimmte Länge zur Seite geschobene Schleifspindel C

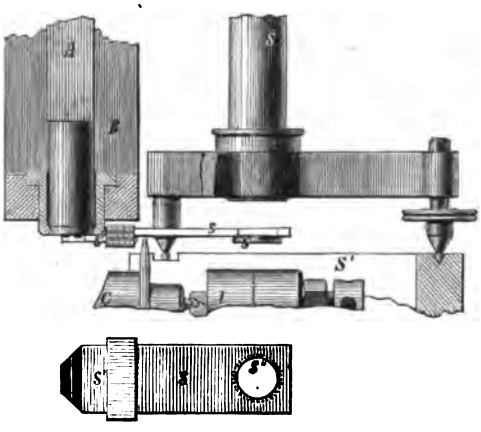


Fig. 83 (1/3 natürl. Gr.).

und legt sie gegen die Steinfläche von A bei s' an, wo übrigens zwei parallel laufende Vertiefungen in die Ebene eingeschnitten sind, so dass nur ein schmaler Streifen sich gegen den Stein legt. Mit Hülfe des Kollimators S kann aber ferner der Spiegel s'' genau horizontal gestellt werden, und sobald dies der Fall ist, liegt die Steinfläche und die Berührungslinie von s mit der Spindel C in derselben Horizontalebene.

Auch den Komparator, dessen sich Reichel zur Kontrolirung der Länge seiner Endmaassstäbe bedient, hat er nach neuen und eigenartigen Prinzipien konstruirt, die kurz vorgeführt werden mögen, obschon Referent glaubt, dass die Leistungen dieses Komparators auch mit anderen Einrichtungen zur Vergleichung von Endmaassstäben zu erreichen sein dürften.

R. bringt den zu untersuchenden Stab und das Normal, mit dem jener verglichen werden soll, mittels beweglicher Wagen nach einander zwischen zwei nur longitudinal verschiebbare Anschiebezylinder, deren einer derartig mit einem Niveau verbunden ist, dass die Horizontalstellung des letzteren eine bestimmte Normallage des Zylinders fixirt. Der andere Zylinder wird in einem festen Schraubenmutterlager, in welches ein dem Zylinder aufgeschnittenes Gewinde eingreift, durch Drehung fortbewegt und zwar so weit, bis der an ihn anstossende und von ihm longitudinal fortgeschobene Maassstab den anderen Zylinder in seine Normallage gebracht hat; die Grösse

der hierzu erforderlichen Drehung wird endlich an einer Trommel ermittelt und bestimmt die Länge des Maassstabes.

Fig. 84 giebt ein Bild von der Anordnung des Komparators. Auf der fest fundirten Schiene S lassen sich die beiden Wagen W_I und W_{II} trans-

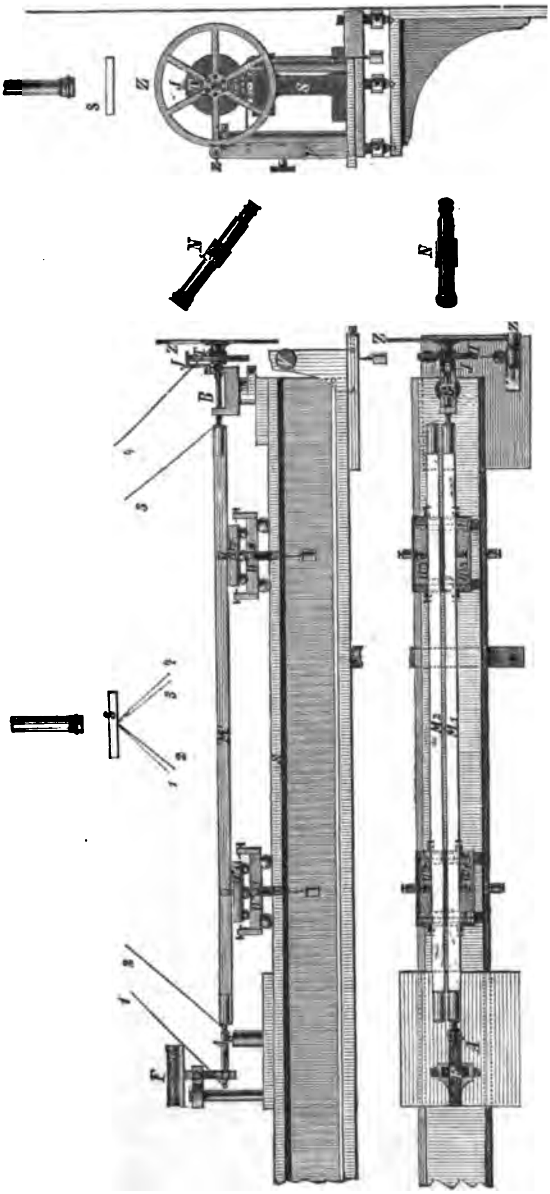


Fig. 84 ($^1/_{12}$ natürl. Gr.).

versal verschieben; sie tragen je zwei kleinere Wagen w_1, w_2 und w_3, w_4, welche longitudinal verschoben werden können. Der eine Stab M_1 wird auf die beiden Wagen w_1 und w_4, der damit zu vergleichende Stab M_2 auf die Wagen w_2 und w_3 gelegt. Die 6 Wagen bewegen sich sehr leicht auf je 3 darunter gelegten Kugeln von gleichen Durchmessern. A und B sind die beiden Anschiebezylinder, welche an beiden Enden in Kugeln auslaufen. A ist in der Nähe des einen Endes mit dem Niveau F verbunden und stützt sich in der Nähe des anderen Endes auf eine Zylinderrolle, die auf einer festen Säule liegt. Der Zylinder B verschiebt sich in einem Doppellager, dessen rechter Theil das Muttergewinde trägt; auf B sind die getheilte Trommel T und das Zahnrad Z aufgesteckt. Die Stellung von T wird an einem Index J abgelesen. Das Rad Z vermittelt die Drehung von B; es wird durch ein kleines Zahnrad z bewegt, welches an einem neben der Schiene S befindlichen drehbaren Bock V gelagert ist. Wenn die Zähne von z in die von Z eingerückt sind, wird V durch ein Gewicht gegen S hin angedrückt.

Für die richtige Wirksamkeit dieses Komparators ist es nöthig, dass die Achsen der Anschiebezylinder A und B, d. h. die beiden Verbindungslinien der Mittelpunkte ihrer Kugelenden und die Achse des dazwischen liegenden Stabes in eine und dieselbe gerade Linie fallen. Zu diesem Behufe werden die 3 Achsen zuerst in eine durch die optische Achse eines Theodoliten N hindurchgelegte Vertikalebene und hierauf in eine durch ein Nivellirinstrument fixirte Horizontalebene gebracht. Beides wird auf optischem Wege kontrolirt. Um festzustellen, dass die 3 Achsen in der Vertikalebene der optischen Achse des Theodoliten liegen, bedient man sich eines Metallspiegels s, dessen horizontale Drehungsachse genau senkrecht zu jener Vertikalebene eingestellt wird. Man hat nun zuvörderst unter Drehung des Spiegels die Bilder der 4 Endkugeln der Reihe nach durch den Theodoliten anzuvisiren und festzustellen, dass das Bild einer jeden Kugel symmetrisch zur optischen Achse des Theodoliten liegt, d. h., dass der betreffende Kugelmittelpunkt in die Vertikalebene dieser Achse fällt; nach der schematischen Andeutung der Fig. 84, wo nur die horizontale Lage des Spiegels s gezeichnet ist, werden hierbei der Reihe nach die von den Kugelzentren ausgehenden Strahlen 1, 2, 3, 4 in die optische Achse des Theodoliten N reflektirt. Hierauf visirt man ebenso die Bilder von je zwei Strichmarken an, welche in der Nähe der beiden Enden des Maassstabes auf diesem, gleich weit von seiner Mittelebene, gezogen sind; sobald jedes der beiden Paare symmetrisch zur optischen Achse des Theodoliten erscheint, fällt auch die Stabachse in die mehrerwähnte Vertikalebene.

Die Darlegung der Vorrichtungen, welche zum Horizontiren der einzelnen Theile dieses Komparators und zur richtigen Einstellung der Anschiebezylinder dienen, dürfte die Grenzen dieses Berichtes übersteigen. Ebenso mag betreffs der Methode zur Justirung der Drehachse des Spiegels s

hier nur erwähnt werden, dass dieser in einer Fassung gedreht wird, gegen welche er selbst justirt werden kann. Das letztere geschieht, indem der Spiegel in zwei einander entgegengesetzten Lagen der Fassung horizontirt wird, wobei man sich eines in der Figur angedeuteten Kollimators bedient, der mit Hülfe eines Quecksilberhorizonts vertikal gerichtet wird.

Die Reichel'schen Apparate sollen indessen nicht verlassen werden, ohne nicht noch auf eine Neuerung von, wie es scheint, hervorragender Bedeutung näher einzugehen. In den vorstehenden Darlegungen (S. 171) ist bereits angedeutet worden, dass R. die sonst übliche Lagerung rotirender Körper in Kegelspitzen oder Kegeltrichtern durch Lagerung in Kugeln ersetzt. Dies geschieht ausser bei der Vorbearbeitung der Maassstäbe auch bei der Lagerung der Schleifspindelachse, der sämmtlichen Uebertragungsräder u. s. w. In der That kann aber die Unveränderlichkeit der Drehachse eines rotirenden Körpers während der Drehung nur dann vollständig verbürgt werden, wenn der Körper in Kugeln, nicht aber, wenn er in Kegeln gelagert ist. In letzterem Falle, wenn beispielsweise der Körper in Kegelspitzen endet, welche in Trichtern rotiren, bleibt nämlich die Rotationsachse nur in dem einen Falle unverändert, wenn die beiden Trichterachsen und die beiden Achsen der Kegelspitzen in dieselbe gerade Linie fallen. Dies dürfte aber auch bei noch so vorzüglicher Herstellung wohl nie vollständig zu erreichen sein, und selbst wenn es wäre, würde jede Abnutzung der Trichter es wieder aufheben.

Nähme man z. B. gar an, dass die Achsen der beiden Kegelspitzen zusammenfallen und nur die der beiden Trichter es nicht thun, so wird doch in jedem Falle, wenn die Trichterachsen parallel neben einander vorbeilaufen oder wenn sie sich schneiden oder wenn sie windschief gerichtet sind, der Körper während der Drehung seine Rotationsachse fortwährend ändern, da seine Auflagepunkte im Trichter keinen Halt haben und hin- und herschwanken werden. Wenn man den Körper *A* (Fig. 85 a. folg. S.), der in Trichtern *a* und *a'* mit parallelen und nicht zusammenfallenden Achsen, oder den Körper *B*, der in Trichtern mit sich schneidenden oder windschiefen Achsen rotirt, abdrehen wollte, so würde man nicht einen wirklichen Rotationskörper, sondern einen Körper mit elliptischem Querschnitt erhalten.

Sobald zur Neigung der Trichterachsen die Neigung der Achsen der Kegelspitzen hinzutritt, wird die Gestalt des abgedrehten Körpers weit komplizirter, und in noch höherem Maasse gilt dies, wenn auch noch Abnutzung der Trichter in's Spiel kommt.

Diese Mängel werden vollständig beseitigt, wenn die Spitzen durch Kugeln ersetzt werden, die in Kegeltrichtern laufen. Wie auch die Trichterachsen gegen einander geneigt sein mögen, der Körper *C* (Fig. 85) rotirt stets um die Verbindungslinie der beiden Kugelmittelpunkte.

Reichel gebührt das Verdienst, auf diese Vorzüge der Kugellagerung mit Nachdruck aufmerksam gemacht zu haben. Um sie in ausgedehntem

Maasse anwenden zu können, musste er allerdings gleichzeitig darauf bedacht sein, Kugeln von sehr vollkommner Gestalt herzustellen, da nur solche zur Lagerung Anwendung finden dürfen. Die Herstellung[1]) geschieht in der bekannten Art, die Kugel mit einem schneidenden bezw. schleifenden

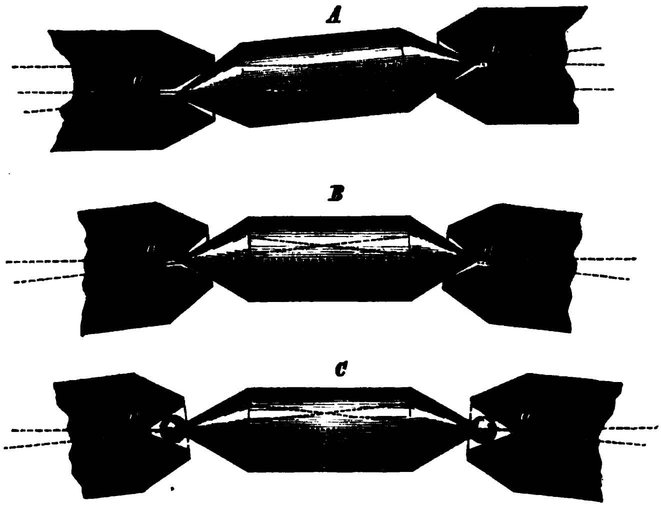


Fig. 85.

genau kreisförmigen Ring zu bearbeiten, der in den verschiedensten Lagen gegen die rotirende Kugel derartig geführt wird, dass immer eine Berührung zwischen beiden Theilen stattfindet und mit möglichster Regelmässigkeit alle Punkte der Kugel von denen des Ringes getroffen werden.

Bei den auf diese Weise hergestellten Kugeln scheint in der That eine grosse Vollkommenheit der Gestalt erreicht werden zu können. Für die Untersuchung der letzteren hat R. einen besonderen kleinen Apparat konstruirt. Eine Libelle, deren Fassung eine ebene Sohle hat, dreht sich um eine horizontale Achse, die zur Libellenachse normal gerichtet ist, und stützt sich auf die zu untersuchende Kugel, die in einem Hohlkegel ruht. Bei Drehung der Kugel muss jede Unvollkommenheit ihrer Gestalt einen Ausschlag der Libelle herbeiführen. Referent hat mehrere von R. hergestellte Kugeln mit diesem Apparat untersucht, aber keinen wahrnehmbaren (0,01 Skalentheil erreichenden) Ausschlag gefunden, obschon ein auf die Kugel gelegtes Goldblatt, dessen Dicke geringer als 0,0002 mm ist, noch einen Ausschlag von 0,1 Skalentheil bewirkte.

[1]) Vergl. Doergens, Deutsche Bauzeitung 1879, Nr. 79, 408.

Bei derselben Gelegenheit wurde sogar auch für zwei verschiedene Kugeln von ungefähr 3 mm Durchmesser eine eben so weit gehende Uebereinstimmung der Gestalt gefunden; der Stand der Libelle änderte sich nicht, ob die eine oder die andere Kugel im Hohlkegel gedreht wurde. Auch der Umstand, dass R. verschiedene Kugeln mit so vollkommen gleichen Durchmessern herstellt, ist für die vorstehend beschriebenen Apparate von grosser Bedeutung, wie u. a. die Wagen des beschriebenen Komparators auf genau gleichen Kugeln laufen müssen, wenn die Wirksamkeit des Apparats eine vollkommene sein soll.

An Apparaten für Längenmessung ist ferner nur noch das von Bamberg für die Kaiserl. Normal-Eichungs-Kommission hergestellte Kathetometer zu nennen.

Mit Rücksicht darauf, dass das Instrument nicht nur mit zwei, sondern auch mit einem Fernrohr gebraucht werden soll, ist besondere Sorgfalt auf Herstellung des Prismas verwendet worden, welches den die Fernrohre tragenden Schlitten als Bahn dient und zugleich die Skale enthält. Das um seine Achse drehbare Prisma hat einen dreieckigen Querschnitt und ist sehr massiv aus Rothguss hergestellt; um es gegen die in Folge der Verrückung der Schlitten eintretenden Erschütterungen und Verbiegungen zu schützen, wird beabsichtigt, das Gewicht sämmtlicher Schlitten durch Gegengewichte abzubalanziren, welche mit Schnüren an Rollen wirken, die vom Kathetometer unabhängig befestigt sind. Diese Einrichtungen sind indessen bis jetzt noch nicht zur Ausführung gekommen.

Die wesentlichste Neuerung an dem ausgestellten Kathetometer dürfte in der Anordnung der Skale liegen. Das Prisma enthält nämlich nur eine Theilung in Zentimeter (die beiläufig auf eingelassene Silberstifte aufgetragen ist). Dagegen trägt der Führungsschlitten des Hauptfernrohrs auf einer neben der Haupttheilung gleitenden Skale (Fig. 87 a. S. 184) eine Theilung von 10 einzelnen Millimetern, deren genaue Lage an der Hauptskale bis auf Tausendtheile des Millimeter genau mit Hülfe eines besonderen Mikrometermikroskops ermittelt wird, indem die Fäden des letzteren nach einander auf den an der Nebenskale sichtbaren Zentimeterstrich und auf den benachbarten Millimeterstrich eingestellt und die Mikrometerablesungen addirt bezw. subtrahirt werden. Diese Anordnung hat besonders den Vorzug, dass man nur 100 Zentimeter und 10 Millimeter, nicht aber 1000 Millimeter auf Theilungsfehler zu untersuchen hat; überdies müsste eine vollständige Millimetertheilung, da sie auf das Prisma selbst nicht wohl aufgetragen werden dürfte, auf einem Silberstreifen Platz finden, der in das Prisma einzulegen wäre, und dies wäre auch wegen der verschiedenen Ausdehnungen von Silber und Rothguss nicht ganz unbedenklich.

Fig. 86 giebt eine Ansicht des Kathetometers. Das Prisma P trägt den aus zwei Theilen S und S_1 bestehenden Hauptschlitten und den zur Führung des zweiten Fernrohrs bestimmten Nebenschlitten S_2. Die Tem-

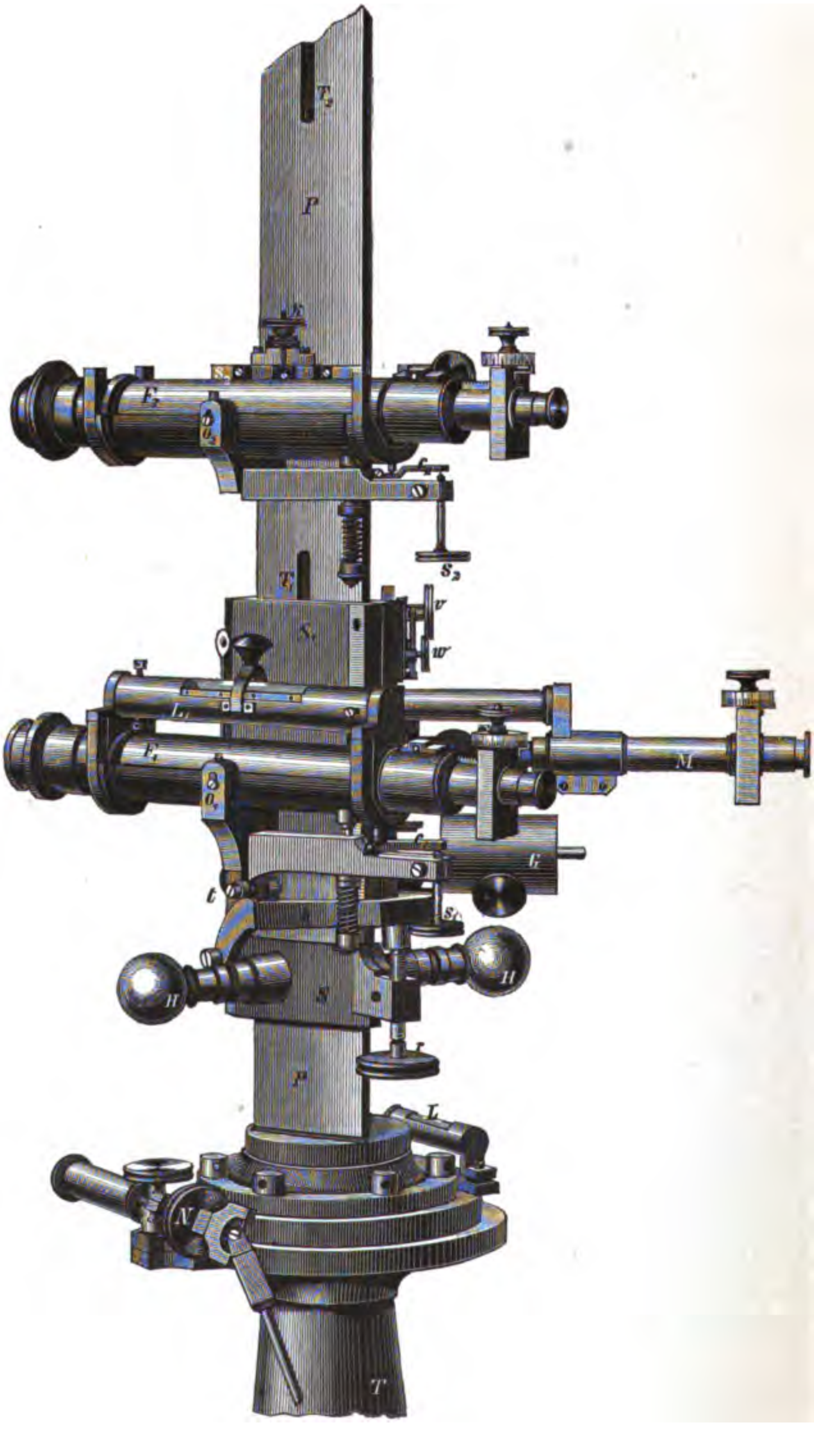


Fig. 86 (¹/₄ natürl. Gr.).

peratur von P kann durch zwei oben und unten eingelassene Thermometer T_1 und T_2 ermittelt werden. P trägt unten einen zu einer ringförmigen Platte sich erweiternden Ansatz, der mit einem sehr langen konischen Zapfen verbunden ist und mit diesem in einer Buchse T rotirt. Die Platte des Zapfens trägt auf der einen Seite eine Libelle L, auf der anderen eine Mikrometerklemme N. Die Libelle L kontrolirt die Vertikalstellung der Drehachse, die Klemme N kann mit Hülfe eines Doppelgelenkes bewegt werden und dient zur Feinstellung des Prismas bei seiner Drehung. Der Zapfen lässt sich von unten her durch eine Arretirschraube zum Theil entlasten. Der obere Theil S_1 des Hauptschlittens trägt in der Darstellung der Figur auf der Frontseite das Lager für das Fernrohr F_1 und die Libelle L_1, auf den beiden Rückseiten rechts das Ablesemikroskop M und links zwei Rollen, welche durch Ausschnitte von S_1 hindurch mittels Federn gegen das Prisma P angedrückt werden (vergl. Fig. 87 a. folg. S.), um sanfte Führung der Schlitten zu vermitteln.

Die Zweitheilung des Hauptschlittens ist zum Zwecke der Feinstellung des Fernrohrlagers gewählt worden. Auf den unteren Theil S sind nämlich zwei Holzgriffe H aufgesteckt, mittels deren die grobe Einstellung des Schlittens erfolgt. Zum Zwecke der Feinstellung wird S festgeklemmt und hierauf der obere Schlittentheil S_1 mittels der Elevationsschraube r und des gebogenen und gegabelten Hebels h mikrometrisch verschoben. Die gegabelten Enden von h sind auf zwei verschiedenen Seiten von S möglichst entfernt von einander gelagert; auf ihnen ruhen zwei konachsiale Rollen t, die auf zwei verschiedenen Seiten des Schlittentheils S_1 befestigt sind. Durch das Anheben des Hebels h mittels der Schraube r werden demgemäss die Rollen t von den Wölbungen der gegabelten Arme mitgenommen und hierdurch der Schlittentheil S_1 langsam verschoben.

Das Lager des Fernrohrs F_1 ist ausserdem für sich verstellbar, es kann um eine bei o_1 die optische Achse des Fernrohrs schneidende Horizontale gedreht werden. Zu diesem Zwecke trägt das Lager einen kleinen Ansatz, der sich gegen einen Hebel c_1 anlegt und sich mit diesem durch eine Schraube s_1 heben und senken lässt.

Auch das Mikroskop M ist noch innerhalb des Schlittens S_1 und zwar in vertikaler Richtung verschiebbar. Dies ist nöthig, um das Mikroskop jedesmal auf den neben die Millimetertheilung fallenden Zentimeterstrich einstellen zu können. Fig. 87 stellt die hierzu getroffene Vorrichtung dar. M sitzt auf einem besonderen kurzen Schlitten a, der in einer eigenen Führung mittels eines an einem drehbaren Knopf v exzentrisch angebrachten Stiftes und einer Zugstange b verschoben werden kann.

Das dem Instrumente beigegebene zweite Fernrohr F_2 (Fig. 86) ist ebenso gelagert wie F_1 und wird mit derselben Libelle nivellirt, es sitzt an der auf P verschiebbaren und feststellbaren Klemme S_2 und zwar an einem auf dieser beweglichen Schlitten, der mittels einer Mikrometerschraube,

von der in der Figur nur der Kopf *K* sichtbar wird, gehoben und gesenkt werden kann.

In dem „Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876", 214, wird darauf hingewiesen,

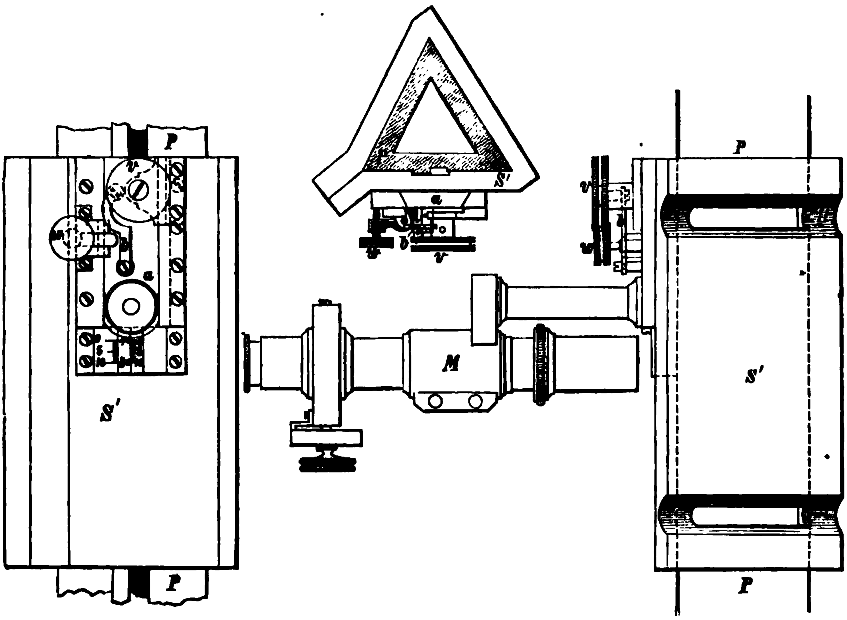


Fig. 87 (1/3 natürl. Gr.).

dass gerade diejenigen Konstruktionsbedingungen eines Kathetometers, welche am schwersten zu erfüllen sind, nahezu vollständig aufhören, sobald das Kathetometer durch Hinzufügung eines zweiten Fernrohrs zu einem vertikalen Transversalkomparator wird und dass derartige Messinstrumente mit dem Vorzuge einer grösseren Genauigkeit noch den grösserer Einfachheit und Billigkeit verbinden. Gleichwohl machen sie die eigentlichen Kathetometer, d. h. vertikale Longitudinalkomparatoren, nicht ganz überflüssig, gerade sowie für Vergleichung beliebig langer und besonders sehr kleiner horizontalliegender Strecken (Untersuchung von Eintheilungen und dergl.) Longitudinalkomparatoren beibehalten werden müssen, trotzdem bei Transversalinstrumenten alle Schwierigkeiten der Parallelführung wegfallen.

Wenn bei dem ausgestellten Kathetometer auch auf Sicherung der Parallelführung viel Sorgfalt verwendet worden ist, so geschah es, um dieses Instrument für beide Zwecke brauchbar zu machen. Es gelang, wie Verfertiger

auf Grund besonderer Versuche angiebt, das Prisma für den grössten Theil seiner Länge bis auf ungefähr 2 Sekunden, für den unteren Theil allerdings nur bis auf 8 Sekunden genau eben herzustellen. Bei Vertikalstellung der Drehachse verbleiben die aus den noch vorhandenen Ungenauigkeiten der Prismengestalt resultirenden Messungsfehler für eine Länge von 1 m weit unterhalb 1 μ (0,001 mm). Der Fehler würde 1 μ übersteigen, wenn die Skalenfläche dann nicht bis auf 7 Minuten genau vertikal gerichtet wäre. Die Versuche zur Feststellung der Parallelität der Prismenflächen zu der mit Hülfe der Libelle *L* vertikal gestellten Drehachse wurden derartig ausgeführt, dass man die Prismenkanten anvisirte mittels eines um eine horizontale Achse drehbaren Fernrohrs, das in einer Entfernung von 2 m aufgestellt war. Die Verwendbarkeit einer Libellenvorrichtung zum Zwecke dieser Parallelstellung[1]) hält auch Refer. für besonders empfehlenswerth, nur sollte eine solche — nicht blos für die Werkstatt bestimmte — Libelle niemals mit der Hand an die Prismenflächen anzulegen, vielmehr mittels einer besonderen Schlittenführung am Prisma zu verschieben und festzustellen sein.

Trotz der genauen Herstellung der Schlittenbahn ist es übrigens durchaus nöthig gewesen, auch das Fernrohr noch gegen den Schlitten justirbar, d. h. für sich horizontirbar zu machen, da Neigungsdifferenzen des Prismas von nicht mehr als 1 Sekunde für Messungsobjekte, die 10 cm vom Kathetometer abstehen, in der Visirlinie des Fernrohrs bereits Ablesungsfehler von 0,5 μ und für Messungsobjekte, die 1 m abstehen, Ablesungsfehler von 5 μ bewirken. Die Vorrichtung zur Justirung des Fernrohrs gegen den Schlitten ist unstreitig ein Vorzug der Bamberg'schen Konstruktion vor der vieler anderer Mechaniker.

In dem erwähnten „Bericht über die wissenschaftlichen Apparate u. s. w." wird verlangt, dass ein genaues Kathetometer vollständige Mittel enthält zur Kontrolirung des kürzesten Abstandes zwischen dem Ableseindex und der durch die optische Achse des Fernrohrs hindurchgelegten Horizontalebene, und deshalb ausser dem zur Fernrohrachse parallelen Niveau noch die Anbringung eines zweiten zu diesem normal gerichteten Niveaus empfohlen[2]).

---

[1]) Vergl. Breithaupt in Carl's Repertorium Bd. XV, 325. Herr Br. scheint übrigens die in dem erwähnten „Bericht u. s. w." S. 214 vom Refer. gegen seine mit der Hand anzulegende Anlegelibelle geltend gemachten Bedenken anzuerkennen, da er a. a. O. auf dieselben nur erwidert, Refer. glaube, dass jene Libelle Anwendung finde „zur Vertikalstellung des Prismas", während sie in der That „zur Parallelstellung der Drehungsachse mit der Ebene des Prismas" dienen soll. Diese angebliche Berichtigung dürfte wesentlich ungenauer sein als die Bezeichnung des Refer., denn bei ganz vollständigem Ausdruck muss die Anlegelibelle wohl als zur Parallelstellung der Prismenflächen mit der vorher vertikalgestellten Drehachse dienlich bezeichnet werden.

[2]) Herr Breithaupt (a. a. O.) glaubt, dass dieses zweite Niveau gerade durch seine Anlegelibelle überflüssig gemacht werde, diese Meinung kann wohl nur auf einer irrigen Auffassung des Zweckes und der Bedeutung dieses Niveaus beruhen. Weshalb ferner bei Hinzufügung des letzteren die Handhabung des Kathetometers erschwert werden soll, ist nicht recht einzusehen.

Bei dem ausgestellten Instrument fehlt dies bis jetzt, es soll noch durch besondere Versuche festgestellt werden, wieweit dadurch die Messungsresultate beeinflusst werden. Die Versuche sind hier um so wichtiger, als der Ableseindex vom Fernrohr weiter entfernt ist als sonst üblich, weil die Vorrichtungen für das Ablesemikroskop die Anbringnng von Fernrohr und Skale auf derselben Prismenseite nicht ohne weiteres erlaubten.

Bei den bisher mit diesem Kathetometer von der Normal-Eichungs-Kommission ausgeführten Arbeiten hat sich ein gewisser Einfluss der durch Bewegung des Schlittens veranlassten Verbiegungen des Prismas bemerklich gemacht; die demnächst anzubringenden Balanzirungsvorrichtungen dürften hier wesentliche Abhülfe schaffen. Referent glaubt indessen, dass vollständige Aufhebung dieser Einflüsse nur durch Lagerung der beiden Enden des Prismas in einem festen, starken Rahmen erreicht werden kann.

B. Apparate für Messung von absolutem Gewicht.

Präzisionswagen waren in grösserer Zahl ausgestellt. Der grösste Theil derselben zeigte nicht wesentlich neues; es waren vorzugsweise Wagen zu chemischen Zwecken in den üblichen Konstruktionen, theils mit kurzen Dreiecksbalken, theils mit langen rhombischen Balken. Die Aussteller waren O. Lietzmann, Aug. Müller, Aug. Oertling, L. Reimann und P. Stückrath. Nur soweit ihre Konstruktionen wirklich neues darboten, wird im folgenden näher darauf eingegangen werden.

In erster Reihe ist eine von Stückrath ausgestellte Zeichnung einer Wage im luftabgeschlossenen Raume (Vakuumwage) hervorzuheben. In dem „Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner Ausstellung, 1876“ S. 223 hat Referent die Gründe näher erörtert, die zur Herstellung von Wagen geführt haben, mit denen in einem luftdicht abgeschlossenen Raume vollständige Wägungen (nach der Methode der doppelten Wägungen) gemacht werden können. Dort ist auch die erste vollständige Wage dieser Art, die Bunge in Hamburg für die Kaiserl. Normal-Eichungs-Kommission gebaut hat, kurz beschrieben worden. Die bei dieser Gelegenheit schon angedeuteten Bedenken gegen die Konstruktion der Bunge'schen Wage fanden sich bei der Anwendung im wesentlichen bestätigt. Ueber den Erfolg der partiellen Abänderungen, welche hierauf ausgeführt wurden, liegen erschöpfende Untersuchungen noch nicht vor; bei diesen Arbeiten stellte sich aber jedenfalls die Wichtigkeit des Versuches einer erneuten unabhängigen Lösung des ganzen Konstruktionsproblems heraus. Stückrath übernahm es, eine neue Wage dieser Art herzustellen, die ebenso wie die Bunge'sche zunächst nur zur Vergleichung von Normalgewichtsstücken mit den Ur- oder den

Hauptnormalen eingerichtet ist. Ausgestellt war nur die Konstruktionszeichnung, in der Zwischenzeit ist indessen auch die Wage nahezu fertig gestellt worden.

Die Wage steht auf einem massiven Messingteller, auf diesen ist ein luftdicht abschliessender Glaszylinder aufgesetzt und auf den Zylinder wiederum ein luftdicht abschliessender Messingdeckel. Durch den Teller hindurch reichen eine Anzahl durch Stopfbüchsen abgedichteter Bewegungsstangen, die von einem entfernt stehenden Beobachter gedreht bezw. hin- und hergezogen werden können. Die Stangen übertragen ihre Bewegung auf geeignete Mechanismen im Inneren des Glaszylinders, und hierdurch können die folgenden Operationen vollführt werden:

1. die Arretirungen des Wagebalkens und der Gehänge können angehoben oder gesenkt werden;
2. ein Transportör kann gesenkt oder gehoben und damit die zu vergleichenden Gewichtsstücke auf die Schalen niedergesetzt oder die auf den Schalen stehenden Stücke von denselben abgehoben werden;
3. der Transportör mit den darauf stehenden Gewichtsstücken kann um 180° gedreht werden;
4. so viel kleinere Gewichtsstücke, als zur Ausgleichung der Belastungen beider Schalen erforderlich sind, können an jede Schale angehängt oder von derselben weggenommen werden.

Fig. 88 (a. folg. S.) stellt den Teller *A* dar und die durch ihn hindurch reichenden Bewegungswellen, von denen die Welle *S* die Ausführung der Operationen unter 1 und 2, die Zahnstange *Z* die Drehung des Transportörs *T*, die Wellen s_1, s_2 .. s_5 und σ_1, σ_2 ... σ_5 die Ausführung der Operationen unter 4 vermitteln. Fig. 89 giebt einen Vertikalschnitt durch die Mitte der Wage und zeigt die Wirksamkeit der inneren Mechanismen zur Ausführung der Operationen unter 1, 2 und 3. Fig. 90 (S. 189) veranschaulicht die Mechanismen zum Auflegen und Abheben der Ausgleichgewichte und erläutert zugleich das Abheben und Aufsetzen der zu vergleichenden Stücke mittels des Transportörs, während die übrigen Hebemechanismen hier weggelassen sind. Fig. 91 (S. 192) endlich stellt den Wagebalken und die Arretireinrichtungen dar.

Auf den Teller *A* ist fest fundirt das hohle Stativ *D* und *D'* (Fig. 89), das durch Vermittelung daran befestigter Zwischenstücke *D''* und *D'''* das Achatlager für die Mittelschneide des Wagebalkens *W* trägt. Im Innern von *D'* sind verschiebbar angebracht ein Vollzylinder *F* und ein darüber geschobenes Rohr *E*; ersterer trägt die Platte *F'*, welche die Arretirung des Balkens vermittelt, letzteres die Platte *E'*, auf der die Arretirungsstützen für die Gehänge sitzen. Das Rohr *E* ruht auf den beiden identischen Exzentern 2, der Vollzylinder *F* auf dem Exzenter 3; diese drei Exzenter sind auf die Welle *S* aufgesteckt, so dass durch Drehung der letzteren die Arretirungen des Wagebalkens und der Gehänge ge-

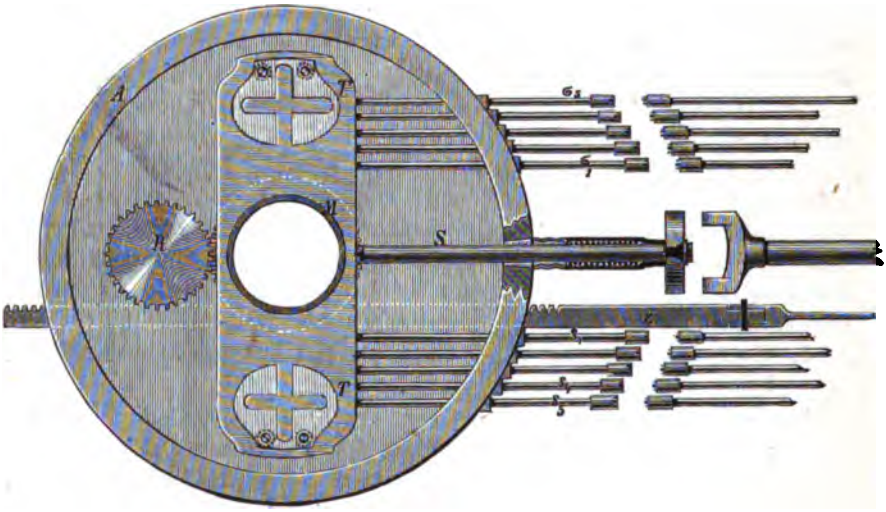


Fig. 88 (1/5 natürl. Gr.).

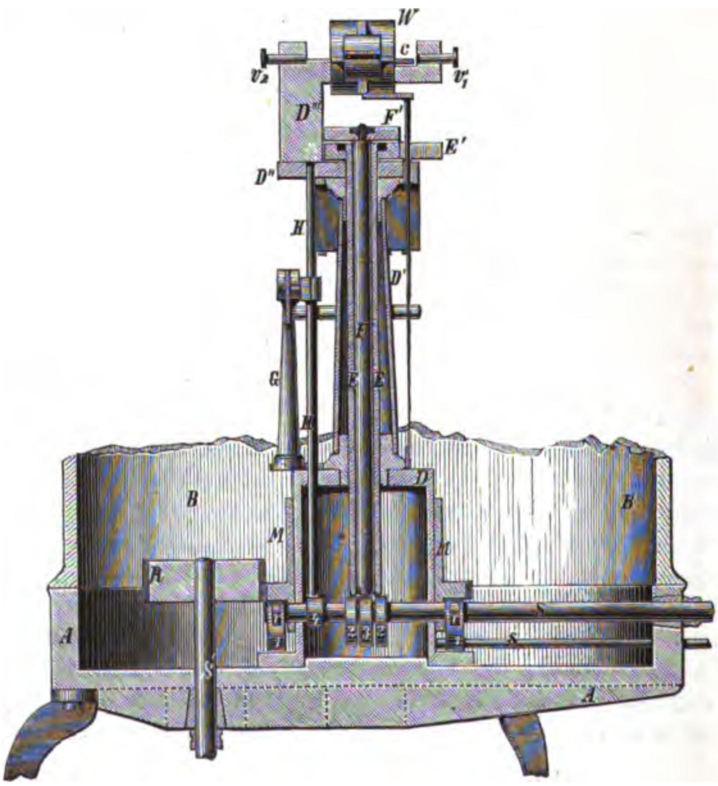


Fig. 89 (1/4 natürl. Gr.).

hoben oder gesenkt werden können. Dieselbe Welle *S* trägt zwei identische Exzenter 1, auf welchen der den Transportör *T* tragende Hohlzylinder *M* ruht (Vergl. auch Fig. 90 links). T hat auf jeder Seite eine Plattform mit Ausschnitten von dem aus Fig. 88 ersichtlichen Profil; die in Form zweier kreuzförmig über einander gelegter Stäbe gebildeten Wagschalen *Q* passiren diese Ausschnitte, ohne anzustossen; ein Gewichtsstück, das auf der Plattform steht, wird aber beim Senken von *T* auf die Schale abgesetzt und umgekehrt ein Gewichtsstück, das auf der Schale steht, beim Anheben von *T* von der Plattform ab- und emporgehoben. Eine Drehung des Trans-

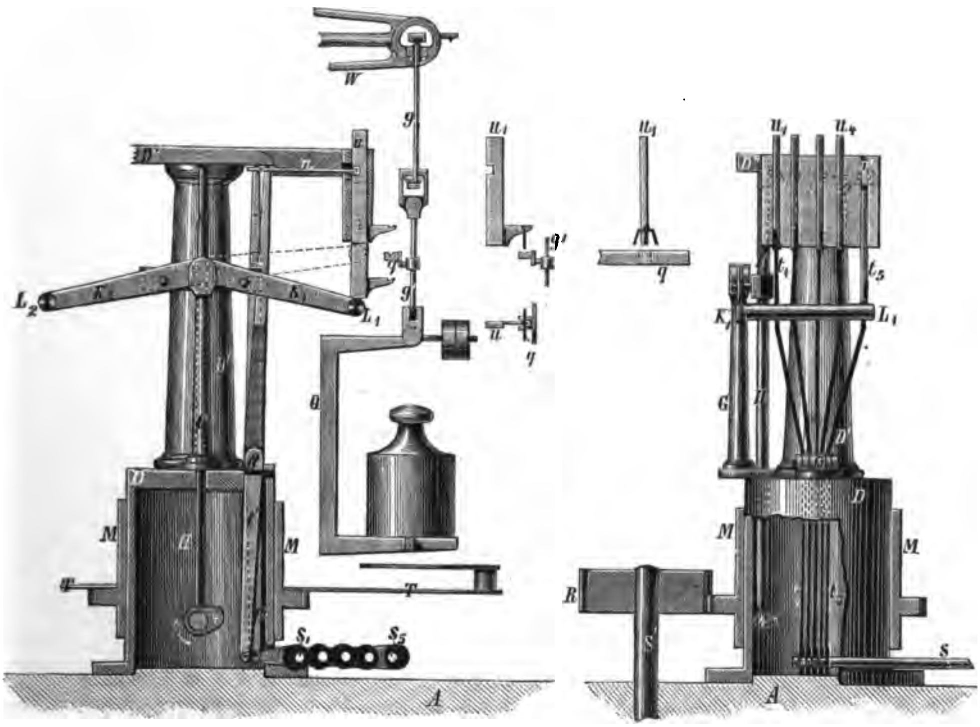


Fig. 90 (¼ natürl. Gr.).

portörs wird durch einen passenden Einschnitt in die Hülse *M* und die darin einliegende Welle *S* so lange verhindert, bis die Exzenter 1 und mit ihnen *M* ihre höchste Stellung erreicht haben; sobald dies der Fall ist, ruht *M* auf besonderen in die Exzenter 1 eingelegten Röllchen *r* und kann auf diesen leicht gedreht werden. Um die Drehung zu vermitteln, ist auf *M* ein Zahnrad aufgesteckt, in welches ein zweites auf der verti-

kalen Welle S' sitzendes Zahnrad R eingreift. Auf S' ist unterhalb des Tellers A ein drittes Zahnrad aufgesteckt, das durch die Zahnstange Z (Fig. 88) bewegt wird. Die Exzenter 1, 2 und 3 sind so gestaltet, dass der Transportör nur dann angehoben werden kann, wenn die Wage vollständig arretirt ist.

Der Mechanismus zum Auflegen der Ausgleichgewichte ist folgendermaassen eingerichtet. In einer auf der hinteren Seite der Wage auf dem Stativ D fest fundirten Säule G (Fig. 90) haben zwei Hebel K_1 und K_2 ihren Drehpunkt. Zwischen der Säule G und dem Stativ D' verschiebt sich ferner mit Hülfe des gleichfalls auf die Welle S aufgesteckten Exzenters 4 eine Stange H und mit ihr ein Querstück, das mit den Hebeln K_1 und K_2 derartig verbunden ist, dass diese bei Bewegung der Stange H sich um ihre gemeinsame Achse drehen und hierdurch die beiden horizontalen Zylinder L_1 und L_2, die auf ihre äussersten Enden in normaler Richtung aufgesetzt sind, heben und senken. Diese Zylinder dienen zur Unterstützung von je 5 Gleitstäben $u_1 \ldots u_5$ (in der Zeichnung sind die auf der linken Seite befindlichen weggelassen), die in einem am Stativ festen Stück Führung haben und auf geeigneten Ansätzen kleine Drathgewichte von der aus der Figur ersichtlichen Form tragen. Andererseits ist aber an dem Gestänge g' jeder Wagschale Q ein kleiner Querbalken q mit 5 gabelförmigen Ansätzen angebracht, durch deren Ausschnitte die Ansätze der Stäbe u gerade hindurch gehen. Durch Senken bezw. Heben der Zylinder L werden auch die Gleitstäbe u gesenkt bezw. gehoben und demnach die Drathgewichte an die Schale angehängt bezw. von derselben abgenommen. Um nun aber zu erreichen, dass nur gewisse von den vorhandenen kleinen Gewichtsstücken sich an die Schalen anhängen, werden diejenigen Stäbe u, deren Gewichtsstücke zur Ausgleichung nicht gebraucht werden sollen, durch Verriegelung, d. h. durch Einschiebung einer Riegelstange n in einen passenden Ausschnitt des betr. Stabes u, am Senken verhindert. Jede Stange n wird eingeschoben oder zurückgezogen dadurch, dass ein Hebel t, dessen unteres Ende an einem Exzenter befestigt ist, mittels des letzteren um den Punkt O gedreht wird. Die 5 Exzenter sitzen an den 5 Bewegungswellen $s_1 \ldots s_5$, sie liegen hintereinander, so dass, wenn die Wage von vorn angesehen wird, das Exzenter von s_5 am weitesten nach vorn, das von s_1 am weitesten nach hinten liegt. In Fig. 90 sind die Stäbe u_1, u_2, u_3, u_4 verriegelt, nur u_5 ist nicht verriegelt und hat sich deshalb mit L_1 gesenkt.

Die grosse Zahl der für den letzten Mechanismus erforderlichen Bewegungswellen und Stopfbüchsen hat zu Bedenken Veranlassung gegeben, indessen hat Stückrath seinen Stopfbüchsen eine sinnreiche Einrichtung gegeben, welche die Gefahr des Undichtwerdens jedenfalls erheblich vermindert. Ausserdem nämlich, dass jede Welle in den Teller eingeschliffen wird, wendet er noch eine eigenthümliche Gummidichtung an. Für die Welle S z. B. (Fig. 88) hat der Teller A einen Ansatz; in diesen wird S

eingeschliffen, ausserdem wird um S eine Drathspirale gelegt, darüber ein Stück Gummischlauch gezogen und das eine Ende desselben an dem Telleransatz, das andere an der Welle S festgebunden. Bei der Drehung der Welle wird der Gummischlauch in sich verdreht.

Sollten die zahlreichen Stopfbüchsen trotzdem zu Uebelständen Veranlassung geben, so würde sich nach einem von Dr. G. Schwirkus herrührenden Vorschlage ohne Aenderung der inneren Mechanismen dadurch vollständige Abhülfe schaffen lassen, dass die beiden Wellenreihen $s_1 \ldots s_5$ und $\sigma_1 \ldots \sigma_5$ durch je eine drehbare Welle ersetzt werden, die um ein geringes in der Richtung ihrer Achse verschiebbar ist und auf welcher in fächerartiger Anordnung 5 Daumen von verschiedener Länge sitzen, die gegen Ansätze der Hebel t drücken. Sobald ein Hebel nicht zurückgedrückt werden soll, wird die Welle um die Stärke des Daumens verschoben, was durch geeignete am Tische des Beobachters angebrachte Vorsprünge ausgeführt wird.

Für die Arbeit mit dieser Wage bleibt nur noch zu bemerken, dass die Fortsätze, welche von den Bewegungswellen zum Tische des Beobachters führen (Fig. 88), durch blosses Zurückziehen ausgerückt werden können und dass hierdurch ermöglicht wird, die auf einem isolirten Steinpfeiler aufgestellte Wage während ihrer Schwingungen von allen äusseren Erschütterungen — auch von den durch etwaige Bewegungen des Beobachters veranlassten — frei zu halten. Behufs Einrückung des betreffenden Fortsatzes in die Hauptwelle S ist auf diese eine Scheibe mit zwei breiten Einschnitten aufgesteckt, in welche die gegabelten Enden des Fortsatzes eingreifen. Die Verbindung der Zahnstange Z mit ihrem Fortsatz wird durch einen Keil gesichert, der sich leicht herausziehen lässt.

Vom Tische des Beobachters aus geschieht endlich auch die Ablesung der Schwingungen des Wagebalkens und zwar mit Hülfe eines Fernrohrs und einer oberhalb desselben fest angebrachten Skale. Mit dem Wagebalken W schwingt nämlich ein horizontal liegender Metallspiegel c (Fig. 89 und 91); ferner ist in den auf dem Glaszylinder B aufgesetzten Messingdeckel ein Glasprisma eingekittet, das ein Bild der Ableseskale in den Spiegel c wirft. Im Beobachtungsfernrohr erscheint deshalb ein Bild dieser Skale, das sich hin und her bewegt, sobald der Wagebalken und mit ihm der Spiegel c in Schwingungen versetzt wird. Die Umkehrpunkte der Schwingungen werden am Fadenkreuz des Fernrohrs ermittelt.

Auch der Balken und die Arretirungseinrichtungen der Stückrath'schen Wage im luftabgeschlossenen Raume sind neu und eigenartig konstruirt. Der Balken W (Fig. 91) ist vollständig symmetrisch gestaltet und aus einem Stücke hergestellt. Er wird gebildet von einem grösseren und zwei kleineren Hohlzylindern, die durch Streben mit einander verbunden sind. Die kleineren Zylinder umschliessen die Endschneiden, der grössere Zylinder die Mittelschneide. Die drei Achatschneiden sind in ganz

gleichmässiger Weise eingesetzt, sie werden zwichen den einander zugekehrten Seiten zweier Keile festgeklemmt, (siehe die Detailzeichnungen für die Balkenenden *P*, links in der Mitte von Fig. 91), deren äussere Seiten an

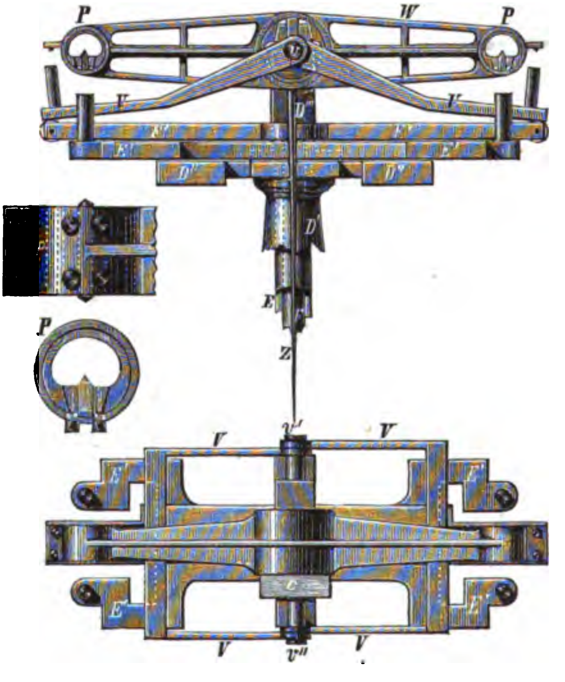


Fig. 91 (1/4 natürl. Gr.).

ebenen Flächen von entsprechend ausgearbeiteten Zylindern anliegen; diese Zylinder werden in die hohlzylindrischen Schneidenlager des Balkens eingeschoben.

Mit je zwei Zugschrauben kann jeder Keil angezogen und die Schneide so festgestellt werden. Auch die Justirung der Schneide geschieht mit Hülfe dieser Schrauben, es kann nämlich jedes Ende jedes der beiden Keile für sich gehoben oder gesenkt und damit die Schneide sowohl parallel mit sich in der Vertikalen verschoben, als auch um eine horizontale oder um eine vertikale Achse gedreht werden. Da hier nur ebene Flächen auf einander verschoben werden, so ist jede Verzerrung der Schneide, wie sie bei den meisten anderen Arten der Schneidenbefestigung[1]) unvermeidlich ist, ausgeschlossen.

[1]) Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung im Jahre 1876, 237.

Es darf indessen nicht unerwähnt bleiben, dass nur bei kleinen Verrückungen der Keile die Berührung derselben und der Schneide wirklich in Ebenen geschieht; bei grösseren Verrückungen würde unter Umständen nur noch eine Berührung in Linien stattfinden und damit der Vortheil dieser Schneidenbefestigung illusorisch werden.

Die Gehänge werden durch langgestreckte viereckige Bügel *g* (Fig. 90) gebildet, welche mittels ebener Pfannen aus Achat an den Endschneiden hängen und unten je eine zur Endschneide normal gerichtete Stahlschneide tragen; auf dieser spielt eine dachförmige Pfanne, die mit dem eigentlichen Schalengestänge *g'* verbunden ist.

Die Arretirung dieser Gehänge geschieht in üblicher Weise durch 4 Stützen (Fig. 91), die auf *E'* aufgesetzt sind und sich mit diesem vertikal verschieben. Die Arretirung des Balkens hat Stückrath nach der zuerst von Mendeleeff für Wagenarretirungen vorgeschlagenen Kreisbewegung[1]) eingerichtet. Die auf den Zylinder *F* aufgesetzte Platte *F'* hat an beiden Enden Rollen und nimmt mit diesen beim Anheben zwei gegabelte Hebel *V* mit, die ihren gemeinsamen Drehpunkt bei *v'* und *v''* in der Verlängerung der Auflagelinie der Mittelschneide auf ihrem Lager haben. Auf die Enden der beiden Hebel *V* sind je 2 Arretirungsstützen aufgesetzt, welche unten zugespitzte Vorsprünge des Balkens angreifen.

Diese Einrichtung gestattet also, den Balken in jeder beliebigen Phase seiner Schwingung zu fassen, ohne dass ein Gleiten der Mittelschneide auf ihrem Lager zu befürchten ist. Da nun ausserdem die Hebungsexzenter für die Zylinder *E* und *F* so gestaltet sind, dass der Arretirung der Gehänge die des Balkens vorausgeht, so dürfte die Arretirungseinrichtung dieser Stückrath'schen Wage zu den besten Einrichtungen dieser Art zu zählen sein.

Noch eine zweite Wage ersten Ranges, eine Wage zur Ermittelung sehr kleiner Gewichtsgrössen war von Stückrath ausgestellt. Die Schneiden sind hier durch je zwei Spitzen ersetzt, Balken, Gehänge und Schalen sind aus Aluminium, die Spitzen und die darauf spielenden ebenen Pfannen aus Achat hergestellt. Das geringe Eigengewicht und die Anwendung der Spitzen neben sorgfältigster Justirung haben es ermöglicht, mit dieser Wage Resultate zu erhalten, wie sie wohl vordem noch nicht erlangt worden sind. Bei einer Schwingungsdauer von etwa 15 Sekunden bewirkt eine Zulage von 0,01 mg für Belastungen von 100 mg oder weniger noch einen Ausschlag von 2 Skalentheilen, und die Gleichgewichtslagen auf einander folgender Theilwägungen stimmen im Mittel bis auf 0,1 Skalentheil oder bis auf 0,0005 mg mit einander überein. Der Gewichtswerth kleiner Stücke konnte auf einer solchen Wage durch eine gewöhnliche Doppelwägung mit einem wahrscheinlichen Fehler von 0,0002 mg ermittelt werden.

---

[1]) a. a. O. S. 250.

Den Balken dieser Wage stellt Fig. 92 in 1/4, einen Theil seiner Seitenansicht und die eine Endachse in 1/1 natürlicher Grösse dar. Die beiden Spitzen M_1 und M_2 bilden die Mittelachse, die Spitzen L_1 und L_2 die eine, die Spitzen R_1 und R_2 die andere Endachse. Jede Spitze wird durch

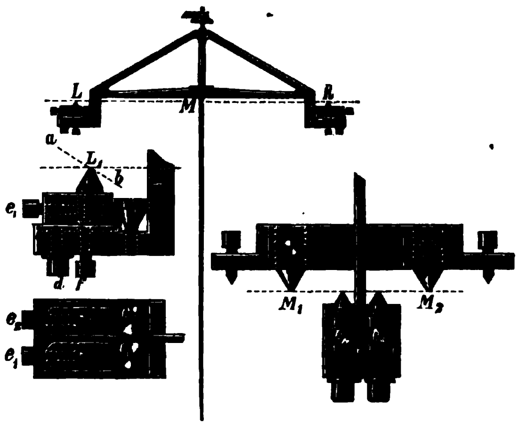


Fig. 92.

den Scheitelpunkt einer langgestreckten Ellipse gegeben, welche einem Kegel angeschliffen ist (vergl. die Ellipse nach der Richtung *a b* auf dem Kegel L_1), und jeder dieser Kegel bildet den Kopf eines kurzen Prismas, von dem zwei Seiten eben, die dritte Seite aber zylindrisch bearbeitet ist.

Die beiden Mittelachsenspitzen M_1 und M_2 sitzen fest in einem Querstück des Balkens und werden durch je eine Schraube gehalten. Jede der 4 Endachsenspitzen ist dagegen für sich horizontal und vertikal verschiebbar. Zu diesem Behufe ist jedes einzelne Spitzenprisma in eine besondere bewegliche Kulisse eingesetzt und wird durch eine gegen die zylindrische Prismenseite wirkende Schraube *e* darin festgeklemmt. Die Kulisse kann mit Hülfe des kegelförmigen Kopfes einer zweiten Schraube *c* parallel zur Vorderfläche des Balkens in einer Schlittenbahn verschoben und durch die Schraube *d* festgestellt werden. Auf das eben abgeschliffene Ende einer vierten Schraube *f*, die durch den Balken hindurchreicht, stützt sich endlich die ebene Grundfläche des Spitzenprismas, das mit Hülfe dieser Schraube gehoben und gesenkt werden kann. Durch Verschiebung der Kulisse kann die Verrückung jeder Spitze in der Horizontalen, also insbesondere auch die Justirung der Gleicharmigkeit des Balkens bewirkt werden.

Schliesslich muss noch die Einrichtung erwähnt werden, welche dieser Wage beigegeben ist, um auch hier das Oeffnen des Wagekastens während

einer Wägung vermeiden zu können. Sie besteht darin, dass mittels einer durch die Kastenwand hindurchreichenden und von aussen beweglichen Pinzette die Gewichtstücke auf die Schalen gelegt und von denselben abgehoben werden können. Sie stimmt mit der in Dingler's Journal Bd. 219, 406, von Arzberger beschriebenen Einrichtung im wesentlichen überein. In die Kastenwand sind zwei Kugelbacken eingelassen, in der eine Kugel spielt, durch welche die Pinzette in ihrer Längsrichtung verschiebbar hindurchgeht. Die beiden federnden Arme der Pinzette sind gewöhnlich geschlossen, durch das von aussen her zu bewirkende Vorschieben eines vorn zugespitzten Stabes können sie geöffnet werden.

Alle übrigen ausgestellten Präzisionswagen waren nicht sowohl Wagen ersten Ranges, als vielmehr nur solche, wie sie für Laboratorien gebraucht zu werden pflegen. Ein grosser Theil derselben zeigte nichts als ein genaues Abbild der bekannten Konstruktion von Bunge in Hamburg, mit allen ihren Fehlern und Vorzügen[1]).

Nur zwei Wagen mit Dreiecksbalken waren von eigenthümlicher Einrichtung; die eine rührte von Oertling, die andere von Lietzmann her. Beide stellen den Balken aus einem Stück her, der erstere aus Aluminium, der zweite aus harter Bronze. Den Lietzmann'schen Wagebalken zeigt Fig. 93 (a. folg. S.), seine Form stimmt mit der des Sartorius'schen Balkens[2]) im wesentlichen überein, indessen ist die Art der Befestigung und Justirung der Schneiden bei L. eine weit vollkommenere. Das Mittelstück des Balkens ist durchbrochen und umschliesst eine mit Gewinde und Stellmutter versehene Stange; durch Verstellen der Mutter wird der Schwerpunkt in die Höhe gerückt, während ein am oberen Ende der Stange aufgesteckter Seitenarm zur seitlichen Verschiebung des Schwerpunkts dient. Die Enden des Balkens laufen in Sättel aus, in welchen die Endschneiden sitzen und durch je zwei von jeder Seite wirkende Schrauben verstellt werden können. Die Mittelschneide wird zwischen zwei Backen, welche sich in einem Schlitten auf- und abbewegen, festgeklemmt. Der untere Backen wird durch zwei schräg gestellte Schrauben gegen den oberen gepresst, der ausserdem mittels einer von oben wirkenden Druckschraube für sich verschoben werden kann. Gegen den Kopf dieser letzten Schraube lehnt sich das zugespitzte Ende der die Verschiebung des Schwerpunkts vermittelnden Stange. Bis zur definitiven Einstellung der Mittelschneide bleibt also diese Stange gelockert, und erst nach der Einstellung wird sie durch besonders hierzu vorhandene Mutter und Gegenmutter an den Schraubenkopf gedrückt. Referent glaubt, dass bei Balken dieser Art die Einstellung der drei Schneiden in dieselbe Horizontalebene auch durch eine andere als eine so umständliche Einrichtung zu erreichen sein müsste.

---

[1]) a. a. O. S. 233 und 252.

[2]) Ebenda S. 234.

Der Balken trägt endlich noch zwei Ansätze 1 und 2, an welche das Reiterlineal mit einer passenden Verlängerung angeschraubt wird.

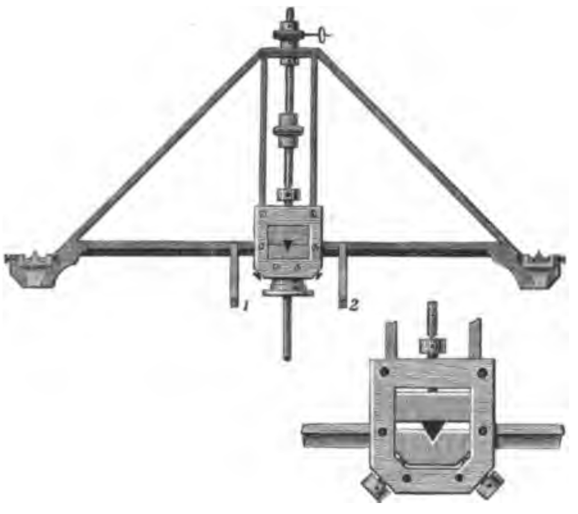


Fig.93.

Von allen anderen Laboratoriumswagen dürfte nur noch die Reimann'sche Substitutionswage besonders hervorzuheben sein. Es ist ein ziemlich alter Vorschlag, die Borda'sche Methode der doppelten Wägungen mit Tarirung der Gewichtsstücke dahin zu vereinfachen, dass man vor der Wägung die eine Wagschale mit so viel Gewichtsstücken beschwert, als der höchsten abzuwägenden Gewichtsgrösse entsprechen, die Wage durch Tarirung in die Gleichgewichtslage bringt, hierauf die abzuwägenden Körper auf die erste Schale setzt und so viel Gewichtsstücke von derselben abnimmt, bis die Gleichgewichtslage der Wage wieder erreicht ist. Bereits im Jahre 1833 hat Bockholtz (Dingl. Journ., Bd. 52, 241) eine auf diesen Vorschlag beruhende Wage konstruirt[1]).

Dem Mechaniker Reimann ist eine eben solche Wage vor kurzem patentirt worden. Sie war in zwei Formen ausgestellt, die eine auf einem Holzfuss freistehende ist zu roheren, die andere in einen Glaskasten eingeschlossene zu feineren Arbeiten bestimmt. Beide haben nur je eine Schale mit zwei Etagen, deren untere gewissermassen einen Gewichtskasten vertritt; sie enthält nämlich so viel Gewichtsstücke, als der höchsten Belastung entsprechen. Die obere Etage dient zur Aufnahme des abzu-

[1]) Vergl. Brauer, Konstruktion der Wage, Weimar 1880, 106.

wägenden Körpers. Der zweite Balkenarm ist als Gegengewicht angeordnet. Fig. 94 stellt die Wage für feinere Arbeiten dar; der Balken *A* ist plattenförmig gestaltet und an der einen Seite entsprechend ausgespart. Vorn

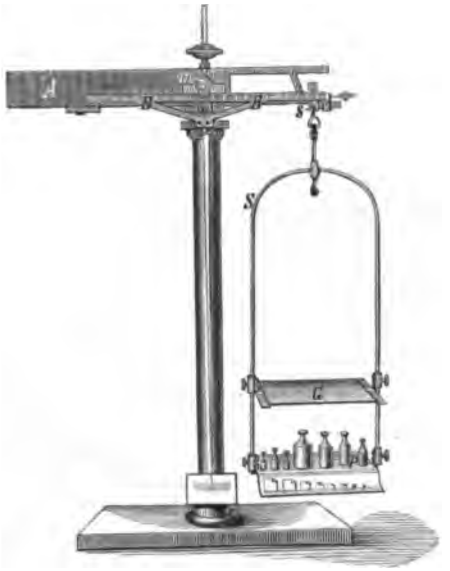


Fig. 94.

ist ein Reiterlineal *B* befestigt, das zugleich die Zunge trägt. Die Gewichtsschale *S* sitzt an dem Gehänge *s*, auf ihrer unteren Etage *P* finden die sämmtlichen Gewichte Platz; die obere Etage *G* wird durch eine breite Glasplatte gebildet.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Anwendung der Substitutionswage für gröbere chemische Arbeiten ganz ausserordentlich zu empfehlen ist. Wem bekannt ist, wie bei solchen Arbeiten häufig gewogen zu werden pflegt, der wird es als einen wichtigen Fortschritt begrüssen, wenn der Experimentator ohne Mehraufwand an Zeit und Mühe die Fehler der Wägung erheblich verringern kann. Hierzu kommt noch der Vortheil, dass die Empfindlichkeit dieser Wage, deren Belastung sich nicht ändert, unter allen Umständen konstant bleibt, was bei Wagen mit veränderlichen Belastungen durchaus nicht der Fall ist. Endlich ist aber auch noch darauf hinzuweisen, dass derartige Wagen sogar billiger herzustellen sind, als andere chemische Wagen, da sie nur zwei Schneiden haben, ihre Justirung demnach eine sehr einfache ist. Die Erfahrung wird nun zwar erst lehren, ob nicht andererseits das Abnehmen besonders der kleinen

Gewichtsstücke von der Schale viele Unbequemlichkeiten im Gefolge hat. Jedenfalls aber muss man der sehr strebsamen Firma Reimann dankbar sein, dass sie aufs neue auf diese Wägungsmethode aufmerksam gemacht hat.

Betreffs der Verwendung der Substitutionswage zu wirklichen Präzisionswägungen sind die Aussichten minder günstig. Da diese Wage nur eine Schale hat, so wird die Veränderlichkeit des Luftgewichts und der Luftwiderstand vermuthlich so erhebliche Gleichgewichtsveränderungen veranlassen, dass feinere Wägungen damit nicht ausgeführt werden dürften. Durch Hinzufügung einer zweiten Schale könnte hier zwar Abhilfe geschafft werden; allein für feinere Arbeiten scheint die Substitutionsmethode überhaupt keinen Vortheil vor der Borda'schen Methode zu bieten. Die Gleichgewichtslage der Wage muss hier nämlich, ebenso wie dort, zweimal bestimmt werden, einmal vor dem Aufsetzen des abzuwägenden Körpers und einmal nach demselben. Ferner muss bei beiden Wägungsmethoden der abzuwägende Körper austarirt werden. Ein Mehraufwand an Zeit würde bei der Borda'schen Methode nur darin zu suchen sein, dass nach Abnahme des abzuwägenden Körpers noch die erforderlichen Gewichtsstücke aus einem Normalgewichtssatz hervorgesucht und auf die Schale gesetzt werden müssen. Der hierdurch veranlasste Zeitaufwand ist aber, wie jeder, der Präzisionswägungen ausgeführt hat, bestätigen wird, gering und unerheblich, sobald die benutzte Wage leidlich gut ist und die Tara aus annähernd richtigen Gewichtsstücken zusammengesetzt wird.

Reimann hatte auch eine Federwage ausgestellt, welche zwar durchaus nicht eine Präzisionswage sein sollte, deren Prinzip aber erwähnt werden mag, weil die Verwendung von Federn auch für Herstellung feinerer Wagen in Zukunft von Bedeutung werden dürfte. Eine Spiralfeder wirkt hier an dem einen Arm eines gewöhnlichen Wagebalkens, an dessen anderen Arm der abzuwägende Körper aufgehängt wird.

Die Belastung wird auf eine Wageschale gelegt, die an der Schneide *c* (Fig. 95) des Balkens *a* hängt. *a* ruht mit seiner Mittelschneide auf einem festen Lager. Der rechte Balkenarm trägt ein festes Gegengewicht *b* und einen beweglichen Schieber *e*. An letzteren ist die Spiralfeder *d* angehängt. Um die Neigungen des Balkens durch einen Zeiger ablesbar zu machen, ist ein innen verzahnter Rechen, dessen Kreisbogen seinen Mittelpunkt in der Mittelschneide hat, mit dem Wagebalken fest verbunden. Der Rechen nimmt an der Bewegung des Balkens Theil und überträgt sie auf einen Trieb, auf dessen Achse der Zeiger aufgesteckt ist. Die Anordnung der Einhängung und der Justirung der Spiralfeder *d* ermöglicht es, beliebige Federn für eine und dieselbe Ableseskale einzurichten.

In den rechten Arm des Balkens *a* ist endlich noch eine dritte Schneide *f* eingesetzt, an welche Scheibengewichte von bekannter Schwere angehängt werden können. Hierdurch wird das Gebrauchsgebiet der Wage erheblich vergrössert; wenn nämlich die Ableseskale ohne Anhängung solcher

Hülfsscheiben für Abwägung von Körpern von z. B. 1 kg Gewicht ausreicht, so wird nach Anhängung eines einer Belastung von 1 kg entsprechenden Scheibengewichts dieselbe Skale auch für Abwägungen zwischen 1 kg und 2 kg ausreichen.

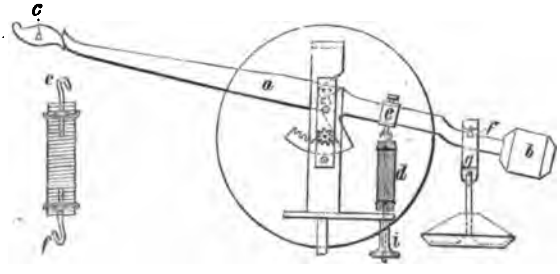


Fig. 95.

Zum Schluss ist hier noch die von **Hasemann** ausgestellte **Maschine zum Schleifen und Justiren** von Wagenschneiden zu erwähnen. Das Prinzip dieser Einrichtung hat Referent bereits in dem mehrerwähten Bericht der Londoner Ausstellung vom Jahre 1876, 239, angegeben. Mittlerweile ist dieselbe jedoch bedeutend vervollkommnet worden und der Verfertiger hat für die Justirung von Handelswagen sehr gute Resultate damit erhalten. Die Maschine dient dazu, die beiden Endschneiden eines Wagebalkens, dessen Mittelschneide vollständig fertiggestellt ist, dieser parallel abzuschleifen und hierbei selbstthätig die Gleicharmigkeit des Balkens herzustellen.

Fig. 96 (a. folg. S.) stellt die wesentlichen Theile der Maschine dar. Eine Schleifscheibe A mit zwei planparallelen Schleifflächen, von denen die eine am oberen, die andere am unteren Rande der Scheibe liegt, dreht sich um eine vertikale Achse und ist so gelagert, dass die Schleifflächen einer ebenen gabelförmig aufgeschnittenen Platte B genau parallel liegen. Der zu bearbeitende Wagebalken wird in den Ausschnitt dieser Platte eingelegt und seine Mittelschneide durch einen Mechanismus C an die Platte und an die normal gegen letztere stehenden Seitenflächen zweier Stahlansätze d bezw. d' fest angedrückt. Die beiden Ansätze d' liegen auf der unteren, die Ansätze d auf der oberen Seite von B; je ein Ansatz d, bezw. d' bildet die genaue Fortsetzung des anderen. In der durch die Figur (welche einen Schnitt durch die Mitte der Maschine giebt und nur die hinteren Ansätze d und d' zeigt) dargestellten Lage des Wagebalkens wird die Mittelschneide gegen die Ansätze d' gedrückt und deshalb die innere Fläche der Endschneide durch die obere Schleiffläche der Scheibe A abgeschliffen. Wird der Balken umgelegt, so wird die Mittelschneide gegen die

Ansätze *d* gedrückt und in diesem Falle die äussere Fläche derselben Endschneide durch die untere Schleiffläche der Scheibe abgeschliffen. Wenn die schleifenden Flächen von *A* und die beiden Flächen von *B* genau parallel sind, dann werden durch diese Methode auch die Endschneiden der Mittel-

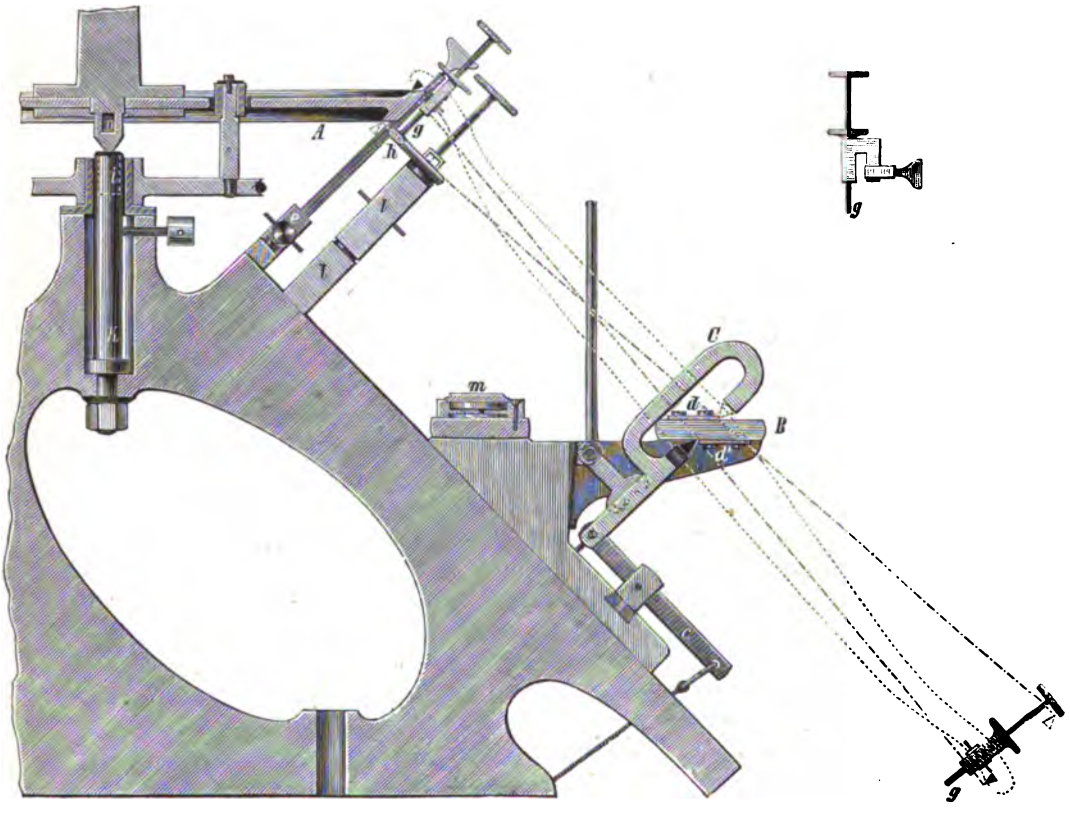


Fig. 96 (1/3 natürl. Gr.).

schneide parallel hergestellt. Die Parallelität jener 4 Flächen kontrolirt Hasemann dadurch, dass er einen Arm an die Scheibe *A* anschraubt und mit ihr rotiren lässt; am Ende des Armes ist eine sehr leicht gehende Schraube eingelassen, die in sanfte Berührung mit der oberen Fläche von *B* gebracht wird. Bei vollkommener Parallelität muss die Schraube gleichmässig über *B* hinwegstreichen, was an einem festen Index kontrolirt wird. Die Horizontirung der Platte *B* geschieht mit Hülfe der Libelle *m*.

Um auch noch den Wagebalken gleicharmig zu machen, werden zwei gleichgestaltete Klemmen *g*, durch welche je ein Anschlagstift hindurchge-

steckt ist (vergl. Detailzeichnung), in gleichem Abstand von der Mittelschneide auf die beiden Arme des Wagebalkens festgeklemmt. Der gleiche Abstand wird durch Gegendrücken der Anschlagstifte gegen die feste Platte *h* ermittelt, deren obere Fläche bei der in der Figur dargestellten Lage des Balkens durch die Mittelschneide hindurchgeht. Auf *h* sind zu diesem Zwecke Strichmarken aufgetragen. Die Anschlagstifte werden vor dem Schleifen auf beiden Seiten um dieselbe Grösse zurückgezogen. Hierauf wird zuerst die innere Fläche der einen und dann — nach vollständigem Umlegen des Balkens — die der anderen Endschneide so weit abgeschliffen, bis die Anschlagstifte wiederum auf *h* stossen.

Die Schleifscheibe ist in Spitzen drehbar, die in Achatlagern *i* laufen; die Rotation wird durch Schnurscheiben und durch Mitnehmer von einer unterhalb der Maschine liegenden Betriebswelle auf die Scheibe *A* übertragen.

Gewichte zum Gebrauch für feinere Wägungen waren von Lietzmann, Oertling, Reimann, Stückrath und anderen ausgestellt. Grössere Gewichte hatte nur der letztgenannte geliefert, sie zeichneten sich durch ganz vorzügliche Vergoldung aus. Derselbe Mechaniker stellte auch einen Satz von 500 mg bis 1 mg aus Platin und einen Satz von 10 mg bis 0,01 mg aus Aluminium aus. Die Justirung dieser ganz kleinen Gewichtsstücke ist mit Hülfe der auf S. 193 beschriebenen Spitzenwage ausgeführt worden, es gelang natürlich nicht, die Justirung bis zu der Genauigkeit zu führen, mit welcher die Fehler der Gewichte ermittelt werden können, indessen war es immerhin möglich, Bruchmilligramme bis zu 0,001 bezw. 0,0015 mg genau herzustellen.

Unter den übrigen Metallgewichten sind nur noch die von Reimann ausgestellten englischen und holländischen kleineren Gewichtsstücke hervorzuheben. Englische Grängewichte aus Drath waren ausser in der bekannten Form einer gebrochenen Linie von so viel Theilen, als ihr Gewichtswerth Grän enthält, noch in Zahlenform (1, 2, 3 u. s. w.) vertreten. Die holländischen Stücke waren Bruchtheile des Gramm in Form quadratischer Platten, in einer Rundung vertieft gestanzt, so dass alle vier Ecken aufgebogen sind und das Gewichtsstück leicht gefasst werden kann.

Bergkrystallgewichte hatte Oertling ausgestellt, indessen zeigten dieselben keine sehr vollkommene Ausführung.

C. Apparate für Messung von Dichtigkeit und Volumen.

Wagen zur Ermittelung des spezifischen Gewichts von Flüssigkeiten, sog. Mohr'sche und Westphal'sche Wagen, insbesondere die letzteren waren in grosser Zahl ausgestellt. Als bemerkenswerth sind nur die von Reimann hergestellten Dichtigkeitswagen hervorzuheben.

Die zur Zeit am meisten übliche Form solcher Wagen ist die vom Mechaniker Westphal in Zelle eingeführte, wobei der eine Arm des Wagebalkens als festes Gegengewicht ausgeführt ist. Der andere Arm ist wie bei den Mohr'schen Wagen in gleichen Abständen mit Einkerbungen versehen und trägt an seinem Ende an einem Platindrath ein kleines als Schwimmkörper dienendes Thermometer. Das Gewicht des Thermometers in Luft reicht gerade hin, um das Gleichgewicht der Wage herzustellen. Wird aber der Schwimmer in Flüssigkeiten getaucht, so hört das Gleichgewicht auf und muss durch Anhängung von Reitergewichten an die Einkerbungen des Balkens wieder hergestellt werden. Zwei der jeder Wage beigegebenen Reiter entsprechen dem Gewichtsverlust des Schwimmers in Wasser von 15° C.; zwei andere dem zehnten und hundertsten Theil dieses Gewichtsverlustes. Der Gewichtswerth der jedesmal angehängten Reiter und die Zahl der benutzten Kerbe gestattet unmittelbar das spezifische Gewicht der untersuchten Flüssigkeit abzulesen.

Derartige Wagen haben nun aber den Uebelstand, dass zu jedem Schwimmkörper Reiter von besonderem Gewichtswerthe so wie eine besondere Justirung des als Gegengewicht wirkenden Balkenarmes gehören; bei Schadhaftwerden und Erneuerung des Schwimmkörpers müssen deshalb auch die Reiter durch andere ersetzt werden und es bedarf zugleich einer neuen Justirung des Ausgleichungsarmes. Reimann hat diesen Uebelstand bei seinen Wagen (D. R.-Pat. No. 791) dadurch abgestellt, dass er dem Schwimmkörper ein konstantes Gewicht und ein konstantes Volumen giebt. Das letztere erlangt er dadurch, dass er unterhalb des Quecksilbergefässes des Schwimmerthermometers einen massiven Glaszylinder ansetzt und so weit abschleift, bis das bestimmte Volumen (5 ccm) erreicht ist. Zur Herstellung des konstanten Gewichts (10 g einschliesslich des Platindraths) wird in den Aufhängedrath ein kleines Ausgleichgewicht in Form einer Kugel mit Haken und Oese eingeschaltet. Die beigegebenen Reiter haben demzufolge eine Schwere von 5 g, 500 mg, 50 mg.

Gegen diese Einrichtung ist nur einzuwerfen, dass die kleinen Thermometerschwimmer an sich schon ziemlich unempfindlich zu sein pflegen und durch den massiven Ansatz unterhalb des Quecksilbergefässes ihre Empfindlichkeit ganz und gar verlieren. Bei genaueren Messungen wird man zwar das kleine Thermometer ohnehin nur als Schwimmer und gar nicht als Temperaturmesser benutzen, indessen dürfte es in jedem Falle vortheilhaft sein, den Ansatz zur Volumenjustirung an eine andere Stelle zu verlegen. Vielleicht wird durch Verstärkung der Wandung am oberen Theil des Thermometers oder auch an der Oese der gewünschte Zweck sich erreichen lassen.

Reimann hatte bei einigen der von ihm ausgestellten Dichtigkeitswagen auch das Stativ in eigenartiger Weise angeordnet und, wie es scheint, damit eine einfache und doch recht brauchbare Verbesserung gemacht.

Wagen dieser Art arbeiten nämlich natürlich nur dann richtig, wenn sie horizontal aufgestellt sind, dies ist aber bei ihrem Gebrauch in Apotheken und dergl. nicht immer ohne Weiterungen zu erreichen, da ein unveränderlicher Platz ihnen nicht eingeräumt zu werden pflegt. Es ist deshalb wünschenswerth, dass das Mittelachsenlager sich von selbst horizontal einhängt. Dies erreicht Reimann dadurch, dass er das Lager *A* (Fig. 97), welches den Balken *W* trägt, kardanisch aufhängt. Das Stativ hat zu diesem Behufe einen Ansatz *E*, in welchen ein mitten durchbrochenes Stück *D* zwischen zwei Spitzen eingehängt ist. Das Lager *A* hängt ebenso in zwei Spitzen in diesem Stück *D* und eine in *A* von unten her normal eingesetzte Stange *B* mit schwerem Gegengewicht *C* bewirkt die richtige Horizontalstellung des Lagers.

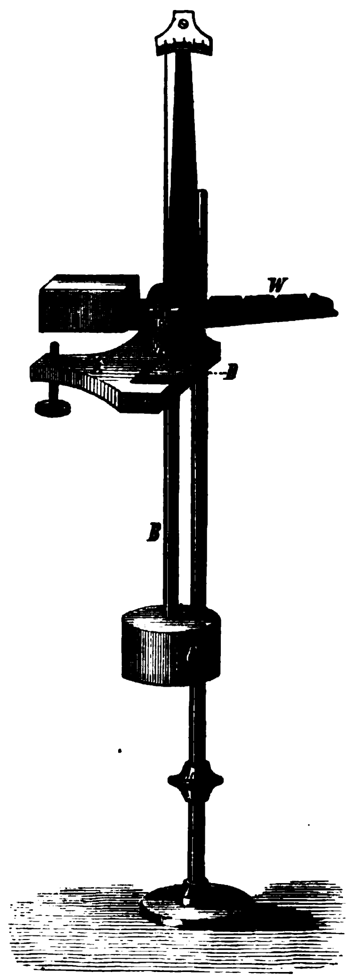


Fig. 97 (1/2 natürl. Gr.).

Alkoholometer und Aräometer werden zur Zeit in Berlin in einer Vollkommenheit hergestellt, die wohl nirgends wieder erreicht wird.

In erster Reihe sind die Alkoholometer der alten Firma J. C. Greiner senior & Sohn zu nennen, welche ihre Instrumente mit äusserster Sorgfalt anfertigen und ihrer vorzüglichen Leistungen wegen auch in Interessentenkreisen hinreichend bekannt sind. Sie verwenden Spindeln von ausserordentlich gleichmässigem Kaliber und stellen jetzt Alkoholometer her, welche die Ermittelung der Alkoholgehalte mit einer Genauigkeit von 0,02 % (d. h. bis zu 2 Einheiten der fünften Dezimale des spezifischen Gewichts) gestatten.

In neuester Zeit ist es auch der Versuchsstation des Vereins der Spiritusfabrikanten in Deutschland unter Leitung des Glabläsers Stuhl gelungen, Alkoholometer von vorzüglicher Ausführung herzustellen.

Endlich ist noch G. A. Schultze zu erwähnen, der sich bemüht hat, die Hauptschwierigkeit, die der Herstellung guter Alkoholometer im Wege steht, die Auffindung vollständig zylindrischer Spindeln, dadurch zu heben,

dass er die Spindeln zylindrisch abschleift. Er hatte mehrere Alkoholometer mit derartig geschliffenen Spindeln ausgestellt. Besondere Versuche haben in der That bei diesen Spindeln eine ausserordentliche Gleichmässigkeit des Kalibers erwiesen.

Hohlmaasse hatten Gebrüder Siemens & Co. in Charlottenburg ausgestellt. Es war dies der auch in London im Jahre 1876 ausgestellte Satz von fünf russischen Maassen. Dieselben sind konisch geformt, ganz und gar mit Boden und Henkel aus einem Stück geformt und durch Abdrehen justirt. Das Material, reine Bronze, ist ausserordentlich dicht und hat eine so sorgfältige Politur erhalten, dass die Maasse von jedermann für vergoldet gehalten wurden.

Gasmesser waren unter den wissenschaftlichen Instrumenten nicht ausgestellt, wohl aber Flüssigkeitsmeser.

Einen Wassermesser für Hausgebrauch stellte O. Clément aus. Derselbe ist dazu bestimmt, das in den Haushaltungen verbrauchte Wasser durch vom Betheiligten nach einander zu bewirkendes Füllen und Entleeren eines Behälters von bestimmtem Volumen zu vermessen.

Das Zufluss- und das Abflussrohr dieses Behälters sind durch Ventile geschlossen, die durch Drehen eines Doppelhebels nach einander geöffnet werden können. Zwei Schwimmer, die in dem Behälter liegen und vom einströmenden Wasser gehoben werden, mit dem ausströmenden Wasser aber sinken, reguliren vermittels Sperrstangen das Niedersinken des Hebels nach der einen oder anderen Seite hin. Sie verhindern insbesondere, dass das Ausflussventil sich öffnet, bevor der Behälter ganz gefüllt ist, und dass das Einflussventil sich öffnet, bevor der Behälter ganz entleert ist.

Einen selbstthätigen Flüssigkeitsmesser mit Niederdruck stellten Gebr. Siemens & Co. in Charlottenburg aus (D. R.-Pat. No. 4922). Das schon früher bei Flüssigkeitsmessern zur Umsteuerung angewendete Wandern eines beweglichen Körpers in einer Rinne[1]) tritt hier als treibende Kraft für eine rotirende Messtrommel auf. Fig. 98 stellt den Messer in zwei auf einander senkrechten Hauptschnitten dar. Die um eine horizontale Achse rotirende Trommel A besteht aus zwei konzentrischen Zylindern, welche durch eigenthümlich angeordnete Scheide- und Seitenwände mit einander zu vier Kammern verbunden sind und im Inneren zwei einander kreuzende aber nicht schneidende Rohre c_1 und c_2 einschliessen, in deren jedem eine Kugel a_1 bezw. a_2 leicht beweglich ruht bezw. rollt. Durch das Rohr B strömt die Flüssigkeit zu, gelangt durch den Schlitz b in den inneren Zylinder und von hier durch den Kanal e_1 in die zur Zeit am tiefsten liegende Trommelkammer. Die sich hier ansammelnde Flüssigkeit verrückt nach und nach den Schwerpunkt der Trommel, so dass diese in Drehung ver-

[1]) Vergl. Loewenherz, über Wassermesser in den Sitzungsberichten des Vereins für Gewerbfleiss, April 1878.

setzt wird und schliesslich die Kugel a_1 über die Horizontale hebt. Die Kugel rollt nunmehr nach dem gegenüberliegenden, tieferliegenden Ende der Röhre c_1. Infolge dessen dreht sich aber die Trommel weiter, die gefüllte Kammer entleert sich durch den am äusseren Trommelzylinder befindlichen Ausfluss-

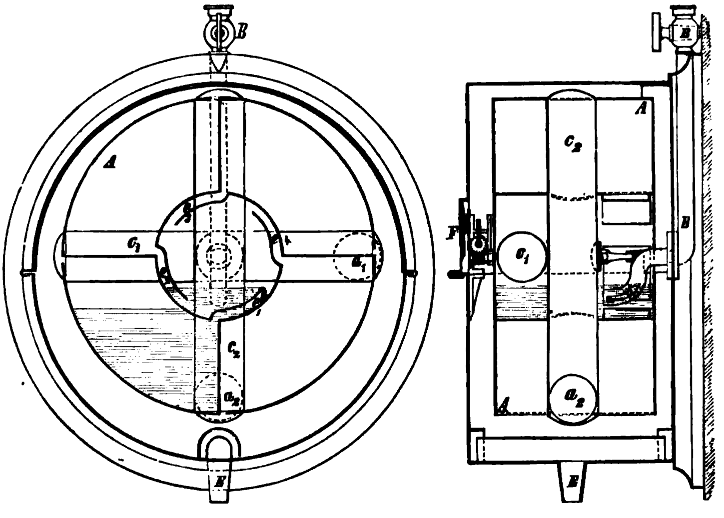


Fig. 98.

schlitz und die fernerhin zuströmende Flüssigkeit tritt sodann durch den Kanal e_2 in die benachbarte Kammer ein. Die ausströmende Flüssigkeit sammelt sich in dem Umschlusszylinder an und fliesst durch E ab. Die Umdrehungen der Achse werden in bekannter Weise mit Hülfe eines Zählwerks F registrirt.

Die Aussteller wollen einen nach denselben Prinzipien hergestellten Messer auch als Mess- bezw. Wägeapparat für Gase benutzen. Sie füllen dann den Umschlusskasten mit einer Absperrflüssigkeit an, lassen von unten her in den inneren Trommelzylinder das Gas einströmen und oben entweichen.

Auch Hochdruckwassermesser waren in mehreren Exemplaren von Siemens & Halske ausgestellt. Ihre Einrichtung ist die bekannte der sogen. „deutsch Siemens"-Messer[1]).

An letzter Stelle dieses Berichtes soll der Siemens'sche Spiritusmessapparat Erwähnung finden, den auch Gebr. Siemens & Co. ausgestellt hatten. Dieser Apparat ist zwar für rein technische Zwecke be-

[1]) a. a. O.

stimmt, indessen verdient er nicht nur seiner ingeniösen Einrichtung wegen, sondern auch deshalb hier angeführt zu werden, weil seine eigenartige Registrirvorrichtung auch bei rein wissenschaftlichen Apparaten mit Vortheil verwendet werden könnte.

Der Apparat registrirt sowohl das Volumen des durchfliessenden Spiritus als die Menge des darin enthaltenen absoluten Alkohols. Das erstere geschieht durch Vermittelung einer rotirenden Trommel, deren drei Kammern sich nach einander füllen und entleeren, das zweite durch Vermittelung eines Schwimmkörpers, der an einer stählernen Feder hängt und in einen mit dem zufliessenden Spiritus gefüllten Behälter taucht. Das nach der Stärke des Spiritus variabele Gewicht des Schwimmers biegt die Feder mehr oder weniger nach unten, und diese Biegung wird auf einen Fühlhebel übertragen, dessen Stellung bei jeder Entleerung einer Trommelkammer durch eine noch näher zu beschreibende Vorrichtung selbstständig registrirt wird.

Fig. 99 giebt einen Durchschnitt der Trommel *B*, deren drei Kammern einen Rauminhalt von je 6⅔ Liter haben und aus zwei in einander ge-

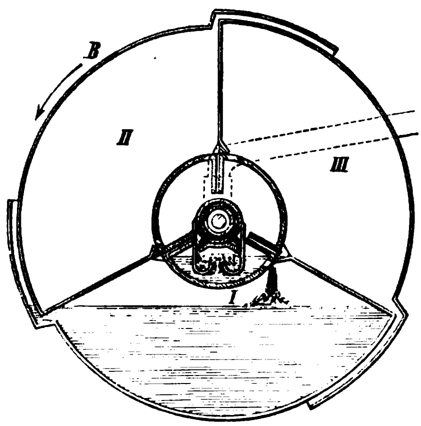


Fig. 99.

schobenen Zylindern und drei ebenen Scheidewänden gebildet werden. Der Spiritus strömt von rechts ein, fliesst in ein die Rotationsachse theilweise umschliessendes Rohrstück und von dort aus in den inneren Zylinder. Durch die Einflussöffnung der Kammer I gelangt es in letztere und füllt sie an, während durch einen von ihrem höchstliegenden Punkt ausgehenden Rohrstutzen die Luft entweicht. Sobald Kammer I vollständig gefüllt ist, steigt die Flüssigkeit in dem inneren Trommelzylinder an und tritt durch die Einflussöffnung der Kammer II in diese ein; der Schwerpunkt der Trommel wird dadurch verrückt und die rechte Seite der Kammer I so

weit gehoben, dass ihr Ausflussschlitz unter das Flüssigkeitsniveau tritt und I sich entleert.

Fig. 100 zeigt die äussere Ansicht des ganzen Apparats. Bevor der Spiritus in die Trommel *B* gelangt, wird er durch eine aus mehreren

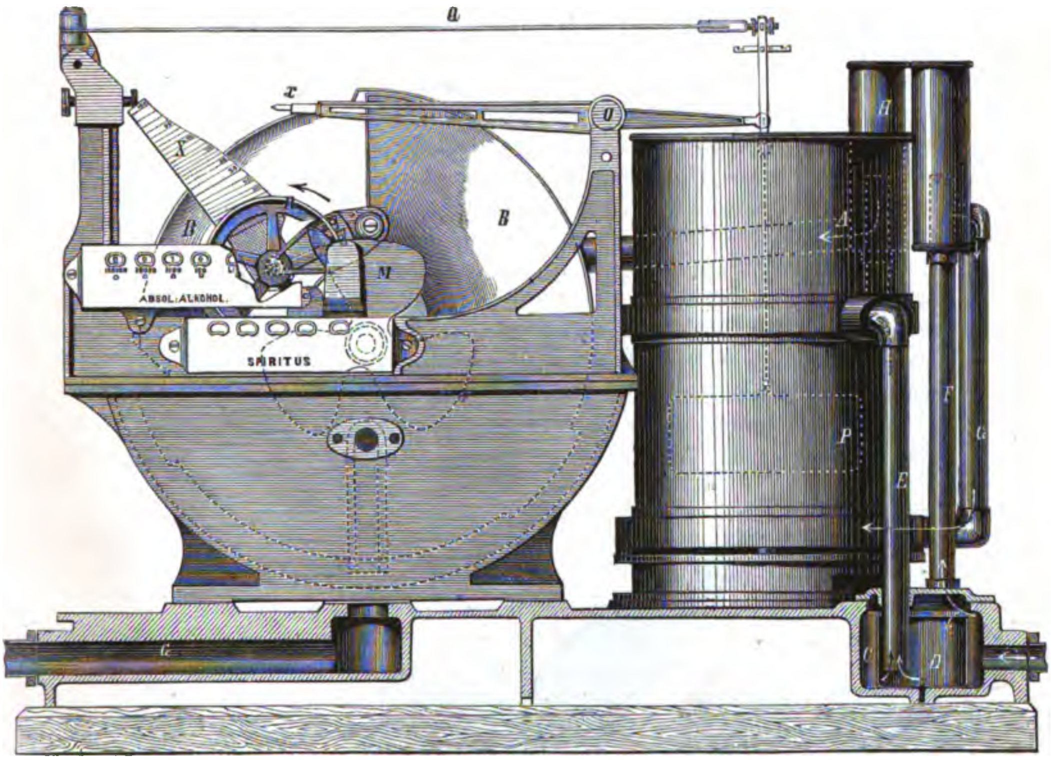


Fig. 100 (1/6 natürl. Gr.).

Röhren zusammengesetzte Mischungsvorrichtung in einen grossen Topf *A* geführt. Die Mischungsvorrichtung ist so angeordnet, dass die spezifisch schwerere Flüssigkeit oben, die spezifisch leichtere unten eingeführt wird und sich demgemäss die Flüssigkeiten von verschiedener Dichtigkeit gehörig durchdringen. Der Spiritus tritt nämlich zuerst in einen kleinen Zylinder mit doppelten Seitenwänden ein; der spezifisch schwerere fällt hier in dem inneren Raum *D* zu Boden, der spezifisch leichtere sammelt sich im äusseren Raum *C* und im oberen Theile von *D*. In einem Rohr *F* steigt der letztere in die Höhe und gelangt durch ein Ansatzrohr *G* in den unteren Theil des Topfes *A*. Ein zweites Rohr *E* mündet in der Nähe des Bodens

von D und nimmt die spezifisch schwerere Flüssigkeit auf, die dann in den oberen Theil von A eingeführt wird. Der Spiritus gelangt ferner aus A in die Trommel B, indem ihn ein in Fig. 100 nicht sichtbares Nebenrohr, dessen beide Mündungen in gleicher Höhe mit den Einflussöffnungen des Topfes A liegen, aufnimmt und in ein Rohr H überführt, aus dem er endlich der Trommel zufliesst.

Ungefähr in der Mitte zwischen den beiden Zuflussöffnungen des Topfes A hängt in diesem der Alkoholometerschwimmer P, ein allseitig geschlossener Zylinder aus verzinntem Messingblech. P hängt an der stählernen Feder Q mittels eines besonderes Gehänges, und mit einem in dieses eingehängten Universalgelenk ist der bei O in Stahlspitzen gelagerte Stosshebel x verbunden, so dass jeder Neigung der Feder eine bestimmte Stellung von x entspricht. Sobald die Füllung des Topfes A alkoholreicher ist, also ein geringeres spezifisches Gewicht hat, ist der Gewichtsverlust von P geringer, als wenn die Füllung alkoholärmer ist oder ein grösseres spezifisches Gewicht hat. In ersterem Falle wird die Feder Q mehr nach unten gebogen und dementsprechend der Hebel x mehr nach oben geneigt als im zweiten. Jedem Prozentgehalt des im Topf A enthaltenen Spiritus entspricht demnach eine einzige ganz bestimmte Stellung des Hebels x.

Zur Registrirung dieser Stellungen dient der folgende Mechanismus: Auf die Achse der Trommel B ist ein kleeblattförmig ausgeschnittenes

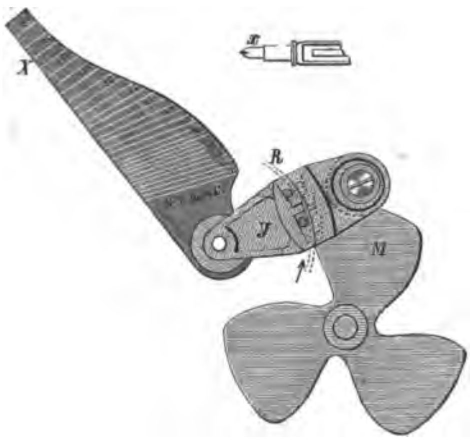


Fig. 101.

Rad M (vergl. Fig. 101) aufgesteckt, das die Drehung der Trommel mitmacht. Seitwärts von der Trommelachse und etwas höher als diese ist ferner eine zweite Achse gelagert, auf die ein Winkelhebel aufgekeilt ist; der eine Arm dieses Hebels ist ein kurvenartig gestaltetes Blatt X, der andere

ein rhomboidisches Stück Y, dessen Ende mit einer Rolle auf dem Rande des Rades M aufliegt. Die Rotation von M bringt oszillirende Bewegungen des Winkelhebels hervor, hierbei kann jedoch die Rolle des Stückes Y nicht bis auf die tiefste Stelle der Einschnitte von M sinken, weil bei der abwärts gehenden Bewegung die Kurve X auf den Stosshebel x stösst und dadurch die weitere Drehung des Hebels verhindert wird. Die Grösse der Drehung wird also von der jedesmaligen Stellung des Stosshebels, d. h. von dem Prozentgehalt des im Topf A enthaltenen Spiritus, abhängen. Die Kurve X ist ferner derartig gestaltet worden, dass die einem Alkoholgehalt von 100 % Tralles entsprechende Stellung des Stosshebels eine Winkeldrehung von 36°, die einem Alkoholgehalt von 50 % entsprechende eine Winkeldrehung von $\frac{50}{100} \times 36 = 18^0$ und allgemein die einem Alkoholgehalt von a % Tralles entsprechende Stellung des Stosshebels eine Winkeldrehung von $\frac{a}{100} \times 36^0$ gestattet.

Die Uebertragung dieser Winkeldrehungen auf ein Zählwerk wird endlich durch ein auf die Achse des Winkelhebels X Y lose aufgestecktes Rad R bewirkt, das bei der (aufwärts gerichteten) Rückbewegung des Hebels vom Stück Y mit Hülfe einer Friktionskuppelung mitgenommen wird. Zum Zwecke der Kuppelung sind kleine Kugeln in Vertiefungen von Y, die nach einer Seite hin sich verengern (Fig. 101), eingelegt; bei der Aufwärtsbewegung von Y werden diese Kugeln in den engeren Raum der Vertiefungen gegen den Radkranz von R gepresst und damit die Verkuppelung bewirkt. Bei der Abwärtsbewegung von Y fallen die Kugeln in den weiteren Raum der Vertiefungen, R wird deshalb dann nicht mitgenommen; um es aber überhaupt unmöglich zu machen, dass R an der Abwärtsbewegung theilnimmt und dadurch die Angaben des Zählwerks fälscht, ist in ein besonderes an den unbeweglichen Apparattheilen festgeschraubtes Stück eine ebensolche Kugelvorrichtung eingelegt, welche als Sperrung wirkt. Rad R dreht sich demgemäss nur von rechts nach links und zwar stets um genau denselben Winkel, den der Winkelhebel X Y beschreibt. R greift in ein Zählwerk ein, das bei einer Drehung des Rades um 36° um 6²/₃ Liter vorwärts schreitet und damit angiebt, dass 6²/₃ Liter absol. Alkohols (100 % Tralles) in dem durch den Apparat geflossenen Spiritus enthalten sind.

Ein zweites Zählwerk registrirt die Trommelumdrehungen, giebt also an, wie viel Flüssigkeit überhaupt den Apparat passirt hat.

Es mag nicht unerwähnt bleiben, dass der vom Alkoholwerk angegebene Alkoholgehalt nicht mit dem der augenblicklich entleerten Kammerfüllung genau übereinstimmt, vielmehr nur den Durchschnittsgehalt des in dem Topf vorhandenen Spiritus darstellt. Bei der kontinuirlichen Wirksamkeit des Apparats sind indessen die hieraus entspringenden Unterschiede ohne Einfluss.

Das Volumen und das spezifische Gewicht des Spiritus variiren ferner mit seiner Temperatur, während die Apparatangaben natürlich nur für eine Temperatur — für 15,55° C. — justirt sind. Um die hieraus entspringenden Fehler zu beseitigen, ist der Schwimmkörper *P* mit einer Flüssigkeit gefüllt, welche sich stärker ausdehnt als der durchschnittlich in der betreffenden Brennerei gewonnene Spiritus. Eine vollständige Kompensation wird zwar auf diese Weise nicht erreicht, indessen sind die übrig bleibenden Fehler für die Praxis ohne Bedeutung. Näheres über diese Verhältnisse findet sich in einer von der Normal-Eichungs-Kommission verfassten ausführlichen Denkschrift.

Die praktische Brauchbarkeit des Spiritusmessapparates haben jahrelang fortgeführte Versuche in deutschen Brennereien und die Erfahrungen in anderen Ländern hinlänglich erwiesen.

Betreffs der im Eingang angedeuteten Verwendbarkeit der eigenartigen Registrirvorrichtung dieses Apparates bei anderen wissenschaftlichen Instrumenten sei u. a. darauf hingewiesen, dass ein Thermometer zur Registrirung der in einer gewissen Zeit stattgehabten Durchschnittstemperatur sofort nach denselben Prinzipien sich konstruiren lässt.

Die meteorologischen Apparate.

I. Apparate zur direkten Ablesung.

BERICHTERSTATTER:
Dr. L. Loewenherz.

A. Thermometer.

Seit vielen Jahren schon werden in Berlin gläserne Thermometer mit Quecksilber-(Alkohol-)füllung von grosser Vollkommenheit hergestellt, es giebt hier eine Reihe von renommirten Glaskünstlern, deren Thermometer sich eines weitverbreiteten und wohlverdienten Rufes erfreuen.

Thermometer waren ausgestellt von R. Fuess (vormals J. G. Greiner jr. & Geissler), von Ch. F. Geissler Sohn (Alb. Geissler), von J. C. Greiner sen. & Sohn und von G. A. Schultze. Die gewöhnlicheren Thermometerformen, auch Psychrometer, Hypsometer, Maximum- und Minimumthermometer u. s. w. waren bei allen diesen Mechanikern vertreten; besonders reichhaltig war die Ausstellung der beiden erstgenannten, welche ausserdem noch zahlreiche Quecksilberthermometer zu besonderen meteorologischen, geologischen, medizinischen und chemischen Zwecken geliefert hatten. Diese beiden allein stellten auch Normalthermometer aus.

Besonders hervorzuheben ist zuvörderst die von J. C. Greiner ausgestellte Six'sche Kombination des Maximum- und Minimumthermometers, welche in Deutschland bisher nur wenig im Gebrauch ist. Es ist im wesenttlichen ein Alkoholthermometer[1]) mit U-förmig gebogenem Rohr; an die Alkoholsäule schliesst sich eine Quecksilbersäule an, und endlich ist das nicht gefüllte und nur nahezu luftleer gemachte Ende des Rohres etwas erweitert. Zwei Stahlstifte schwimmen an den beiden Grenzflächen der Quecksilbersäule; das Quecksilber schiebt bei Erwärmung den Stift an der Grenze der Luftleere, bei Abkühlung den Stift an der

[1]) Bericht über die Londoner Ausstellung wissenschaftlicher Apparate 1876, S. 489, Fig. 201 u. 202.

Grenze des Alkohols vorwärts. Die Stifte werden aber beim Rückgang des Quecksilbers von diesem nicht wieder mitgenommen, so dass der eine die Maximal-, der andere die Minimaltemperatur anzeigt.

Fuess stellte Quecksilberthermometer mit Gefässen von mehrzinkig-gabelförmiger Gestalt aus. Diese Gefässe haben eine sehr grosse Oberfläche und die Instrumente sollen deshalb die Temperatur der Umgebung sehr schnell annehmen[1]).

Die Normalthermometer von Ch. F. Geissler sind ihrer sorgfältigen Arbeit und des guten Kalibers ihrer Röhren wegen seit langer Zeit sehr geschätzt; Alb. Geissler, der viele Jahre hindurch als geschickter Gehülfe seinem Vater zur Seite stand, versteht es, den geschäftlichen Ruf des letzteren nach jeder Richtung hin aufrecht zu erhalten. Die Konstruktion der Geissler'schen Normalthermometer ist bekannt, es sind sog. Einschlussthermometer mit Milchglasskalen, d. h. Thermometer, deren Kapillarrohr von einem weiteren unten an das Quecksilbergefäss angeschmolzenen Glasrohr umschlossen wird, in welches die Skale eingeschoben ist. Die letztere wird gewöhnlich mittels Lack, Hausenblase oder dergl. am Umschlussrohr befestigt und am oberen Ende durch Korkunterlagen gestützt. Ueber das Umschlussrohr wird endlich eine Metall- oder Glashülse geschoben und festgekittet. Diese Einschlussthermometer eignen sich besonders gut für Normalthermometer, weil ihre Ablesung ohne Parallaxe möglich ist, während letztere bei den sog. Stabthermometern (vergl. S. 215) schwerer zu vermeiden ist.

Indessen hat diese Thermometerkonstruktion andererseits in der nicht hinreichend sicheren Befestigung der Skale einen sehr erheblichen Mangel, der nur zu häufig die auf Anfertigung und spätere Fehlerbestimmung des Thermometers verwendete Arbeit zu einer ganz nutzlosen macht. Bei längerem Erwärmen des Thermometers löst sich nämlich der die Skale haltende Lack leicht ab oder wird doch weich, so dass die geringsten Erschütterungen eine Verrückung der Skale zur Folge haben. Die Korkunterlagen sichern hiergegen nicht, da sie durch Anziehen von Feuchtigkeit vielen Veränderungen ausgesetzt sind; häufig vergrössern sie sogar noch die Unsicherheit, indem sich nämlich ihre Lage im Umschlussrohr ändert, wenn die Verschlusshülse, deren Kitt durch den Einfluss von Erwärmungen, gewissen Flüssigkeiten u. s. w. leicht aufgelöst wird, neu aufgesetzt werden muss. Die Verwendung der Korkunterlagen bringt ausserdem noch einen zweiten Uebelstand mit sich. Um nämlich dem Kapillarrohr einen Halt zu gewähren, seine Durchbiegung wie sein Hin- und Hergleiten auf der Skale zu verhüten, wodurch die Ablesungen erschwert und sogar gefälscht werden könnten, pflegt man wohl sein oberes Ende in jene Korkunterlagen einzuklemmen. In Folge hiervon wird aber

---

[1]) a. a. O. S. 484.

unter gewissen Umständen, z. B. in den sehr häufigen Fällen, wenn nur der untere Theil des Thermometers in eine warme Flüssigkeit taucht, die Kapillare eine starke Durchbiegung erleiden, da sie von innen her durch das Quecksilber stärker erwärmt wird, als das nicht ganz in die Flüssigkeit eintauchende Umschlussrohr.

Es sind in neuerer Zeit die verschiedensten Versuche bekannt geworden, um die angeführten Uebelstände bei der Konstruktion der Einschlussthermometer zu vermeiden. (Vergl. die durch Prof. Dr. Neumayer im Bericht über die Londoner Ausstellung im Jahre 1876, S. 485 mitgetheilten Bemerkungen des Referenten.) Einer der besten Vorschläge dieser Art ging z. B. dahin, das obere Ende des Kapillarrohrs an das Umschlussrohr festzuschmelzen, an die Kapillare wiederum die Skale anzukitten, dieser durch eine an das äussere Rohr angeschmolzene Unterlage von Asbest eine Stütze zu geben und endlich das Umschlussrohr oben zuzuschmelzen. Indessen werden selbst bei dieser Befestigungsart, in Folge der verschiedenen Ausdehnung der verschiedenen Glassorten, Verzerrungen und Verbiegungen der Kapillare bezw. der Skale nicht zu vermeiden sein, durch das Anschmelzen der Kapillare an das Umschlussrohr wird ausserdem noch die Zerbrechlichkeit des Instruments erheblich vergrössert.

Fuess ist es gelungen, eine Thermometerkonstruktion zu ersinnen, welche von allen jenen Uebelständen frei ist und dabei noch grösste Festigkeit mit Eleganz in der Form vereinigt. Sie sichert gegen jede Verrückung der Skale, gegen jedes Gleiten und Durchbiegen der Kapillare und ermöglicht, dass Umschlussröhre, Skale und Kapillare, jede für sich und unbeeinflusst von der andern, sich ausdehnen können. Die von Fuess ausgestellten Normalthermometer, welche Prof. Wild in Petersburg „als die besten“ bezeichnet[1]), die er „bis jetzt kennen gelernt habe“,

---

[1]) Bericht über Art. 10 des Programms des zweiten internationalen Meteorologen-Kongresses in Rom. St. Petersburg 1878, S. 8. Uebrigens hat die ebenda sich vorfindende Bemerkung, dass diese Thermometer „zum Theil nach Herrn Pernet's Angaben“ konstruirt sind, Missverständnisse veranlasst, zu deren Klarstellung, die von anderer Seite angeregt worden ist, Refer. durch die nachfolgenden aus seinen eigenen Erinnerungen stammenden Mittheilungen beizutragen hofft:

Schon Ende 1876 wurden zwischen den Beamten der Normal-Eichungs-Kommission und den Mechanikern, welche für letztere Thermometer lieferten, Erwägungen gepflogen über eine sichere Skalenbefestigung für Normalthermometer. Es geschah dies vorzugsweise im Anschluss an die Thermometerstudien, welche Refer. im Herbst 1876 auf der South-Kensington-Ausstellung gemacht hatte und von deren Ergebnissen der vorerwähnte Passus des Prof. Neumayer'schen Berichtes einen Auszug enthält. Als im Frühjahr 1877 ein Thermometer, auf dessen Kalibrirung und Vergleichung viel Arbeit verwendet worden war, schadhaft geworden, interessirte sich auch Dr. Pernet, der damals bei der Komm. thätig war, eifrig für diese Frage, er versuchte durch verschiedenartige Kitte eine sichere Skalenbefestigung zu erreichen und schlug u. a. noch vor, zur Kontrole der unveränderten Lage von Kapillare und Skale auf ersterer eine Strichmarke anzubringen und deren Lage gegen irgend einen Skalenstrich festzustellen. Ungefähr gleichzeitig fasste Fuess den ganz neuen und durchschlagenden Gedanken, die Skale überhaupt nicht mehr unmittelbar zu befestigen, sie vielmehr nur in ein passendes festes Lager unver-

waren nach dieser, durch Patent (D. R.-P. No. 389) geschützten Konstruktion hergestellt.

Fig. 102 zeigt ein derartiges Thermometer. Ein hohler oben offener Glasbecher b_2 ist von innen an den sogenannten Hals des Umschlussrohres angeschmolzen. Der obere Rand des Bechers ist an zwei diametral gegenüberstehenden Stellen tief eingebuchtet, so dass die beiden Einschnitte ein sicheres Lager für die Skalenplatte *s* darbieten. An die Glaskuppe des Thermometers ist ein eben solcher, aber umgekehrt stehender Becher b_1 angeschmolzen, dessen diametrale Einbuchtungen den oberen Theil der Skale aufnehmen. Um die Skale hier festzuhalten, ist zwischen dieselbe und den Becher b_1 eine federnde Lamelle *m* eingelegt, welche die Skale stets gegen ihre untere Auflage andrückt, ohne sie in ihrer Ausdehnung zu behindern. Die Kapillare *r* geht durch die hohlen Becher frei hindurch, erhält aber durch Schlingen *p* von haarfeinem Platindrath, die durch kleine Bohrungen der Skale hindurchgezogen sind, Führung, so dass sie sich, ohne Klemmung durch die Schlingen *p*, ebenfalls frei ausdehnen, aber nicht durchbiegen kann.

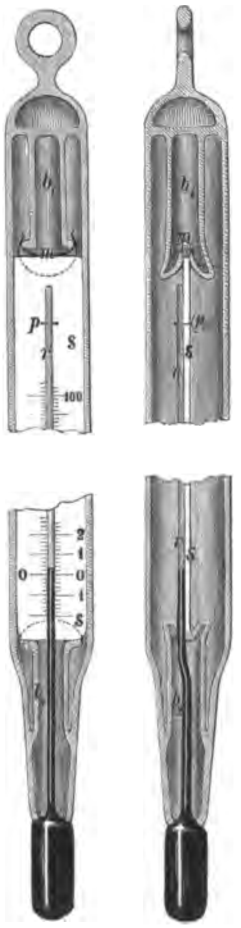


Fig. 102.

Es bleibe nicht unerwähnt, dass auch J. C. Greiner Thermometer ausgestellt hatte, deren Skalenbefestigung neu und eigenartig war. Dieselbe hat zwar nicht alle Vorzüge der Fuess'schen Einrichtung, indessen stellt sie doch eine erhebliche Verbesserung gegen die bisher üblichen Befestigungsarten dar und wird für Thermometer, an welche nicht gerade die höchsten Anforderungen gestellt werden, mit Vortheil zu verwenden sein. Fig. 103 giebt einen vergrösserten Vertikalschnitt durch ein solches Greiner'sches Thermometer. Zwei Messinglamellen sind unter einander und mit der Skale *s* durch 2 Schrauben verbunden, ihre umgebogenen Enden mittels Hausenblase an das Umschlussrohr *u* angekittet. In einer Ausbuchtung der vorderen Lamelle erhält die Kapillare *r* sichere Führung.

rückbar einzulegen. Später erst suchte er diesen Gedanken, ohne Anwendung eines Kittes, durch eine reine Glaskonstruktion zu verwirklichen. Die Anwendung von Platinschlingen als Führungen für das Kapillarrohr ist andererseits durch Dr. Pernet angeregt worden.

Abgesehen davon, dass die Sicherheit dieser Befestigung durch die Haltbarkeit des Hausenblasenkitts bedingt wird, besteht hier noch der Uebelstand, dass die Ausdehnung der Skale von der des Umschlussrohres nicht unabhängig ist.

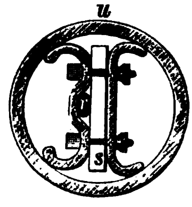


Fig. 103.

Den Einschlussthermometern stehen als zweite Hauptgattung unter den Quecksilberthermometern die Stabthermometer gegenüber mit dickwandigen Kapillarrohren, auf welche die Theilung unmittelbar aufgetragen ist. In das Rohr ist meistentheils ein Milchglasstreifen eingeschmolzen, um die Quecksilberkuppe und die Theilstriche deutlich sichtbar zu machen.

Stabthermometer haben bisher in Deutschland als Normalthermometer im allgemeinen keine Anwendung gefunden, wohl aber in Frankreich und England. Wie schon erwähnt, ist die Ablesung solcher Thermometer, wenn sie in üblicher Weise eingerichtet sind, ohne Parallaxe nur schwer ausführbar. Der früher gemachte Vorschlag, die Ablesung dadurch zu erleichtern, dass die Theilstriche um mehr als die Hälfte des Röhrenumfangs herumgezogen werden, wird bei Thermometern mit eingelegtem Milchglasstreifen nicht vollständige Abhülfe schaffen.

Fuess hat nun nach den Angaben von Dr. M. Thiesen ein Normalstabthermometer konstruirt mit spiegelnder Rückseite. Sobald man hier einen Theilstrich mit seinem Spiegelbild zusammenfallen läst, vermeidet man bei der Ablesung jede Parallaxe.

Bisher hat F. zwei derartige Thermometer angefertigt, das eine für das internationale Maass- und Gewichts-Bureau in Paris, das andere für die Kaiserl. Normal-Eichungs-Kommission. Das letztere befand sich auf der Ausstellung.

m  k

Fig. 104.

Fig. 104 giebt einen Querschnitt durch das Thermometerrohr. Parallel dem grössten Durchmesser des elliptischen Querschnitts der Kapillaröffnung *k* sind an das Rohr zwei planparallele Flächen angeschliffen. Die

obere Fläche trägt die eingeätzte Theilung — beiläufig bei dem ausgestellten Instrument eine willkürliche mit Strichintervallen von 0,4 mm —, die untere Fläche ist zuerst versilbert und darauf lackirt, um den Silberüberzug zu schützen. Um indessen das Thermometer auch bei durchscheinendem Licht gebrauchen zu können, liegt die Silberschicht nur zu beiden Seiten der Kapillaröffnung k, während der der letzteren entsprechende Mittelstreifen der unteren Fläche durchsichtig gelassen ist. Der hinter k in dem Rohr eingeschmolzene Milchglasstreifen m lässt die Quecksilberkuppe scharf hervortreten.

Fuess hatte ferner auch ein Thermometergehäuse ausgestellt, wie es auf den meteorologischen Stationen der Kaiserl. Seewarte bei der Bestimmung von Temperatur und Feuchtigkeit der Luft gebraucht wird. Dies Gehäuse ist ausserhalb des Fensters des Beobachtungsraumes anzubringen, es kann durch eine Zugstange zum Fenster hingezogen werden und öffnet sich hierbei, dagegen schliesst es sich wieder, sobald es mit Hülfe der Zugstange vom Fenster entfernt wird. Auf diese Weise wird also das Oeffnen des Fensters zum Zwecke der Ablesung und damit die Beeinflussung der Instrumente durch die Zimmertemperatur vermieden.

Die Konstruktion rührt von dem Assistenten der Seewarte Reinert her[1]), Fuess hat noch einige Verbesserungen hinzugefügt, die sich insbesondere auf die Gestaltung des eigentlichen Gehäuses beziehen.

Fig. 105 (a. folg. S.) zeigt die Ansicht des geöffneten Gehäuses, durch das Fenster des Beobachtungszimmers hindurch gesehen, und den Grundriss seiner beiden Lagen. Das Gehäuse besteht aus zwei durchbrochenen Blechzylindern G und G_1, welche auf dieselbe Achse aufgesteckt sind; der innere Zylinder G sitzt fest auf derselben, während der äussere G_1 um dieselbe drehbar ist. Die Achse wird von zwei Armen b getragen, welche an derselben vertikalen Stange o befestigt sind. o ist drehbar in zwei Lagern, welche die Enden der in die Mauer eingegypsten Eisenbolzen a bilden. An den unteren Arm b greift bei c eine eiserne Zugstange d an, welche unterhalb des Fensterflügels in das Beobachtungszimmer hineinreicht. Endlich ist noch an den äusseren Zylinder G_1 eine Eisenstange f befestigt, die sich um den Zapfen e dreht.

Sobald das Gehäuse die im Grundriss punktirte Lage hat, ist es geschlossen. Wird hierauf die Stange d nach innen gezogen, so drehen sich die Arme b um 90°, der auf der Achse feste Zylinder G wird hierdurch normal zu seiner ersten Lage gestellt, der Zylinder G_1 hingegen verschiebt sich, weil auch die Stange f sich um e dreht, über G hin und steht endlich in seiner zweiten Lage diesem parallel, das Gehäuse ist damit geöffnet.

Schliesslich mag hier noch des von C. Thormann ausgestellten Metallthermometers Erwähnung geschehen. Seine Konstruktion stimmt

[1]) Bericht über die Londoner Ausstellung 496.

im wesentlichen mit der von Holzmann[1]), bezw. von Winnerl[2]) angegebenen überein. Eine aus zwei Metallen von verschiedener Ausdehnung zusammengesetzte gebogene Feder ist an einem Ende fest und drückt mit dem andern gegen einen Winkelhebel, dessen Drehungen auf einen Zeiger übertragen werden.

Die Feder *B* (Fig. 106 a. folg. S.) ist bei *C* auf der durchbrochenen Messingplatte *L* befestigt und drückt bei *D* gegen das Bogenstück *H*, das auf den Hebel *E* aufgesetzt ist. Der zweite Arm von *E* trägt einen gezahnten Kreissektor, der in ein kleines Zahnrad eingreift. Auf der Achse des letzteren sitzt der Zeiger.

Soll das Instrument als Minimum- oder Maximumthermometer eingerichtet werden, so wird auf die Zeigerachse ein gezahntes Rad *A* aufgesetzt, das in Folge Eingreifens einer in der Figur nicht sichtbaren Sperrfeder sich nur nach einer Seite bewegen kann. Die Sperrfeder wird ausgeschaltet mittels eines durch die Platte *L* hin-

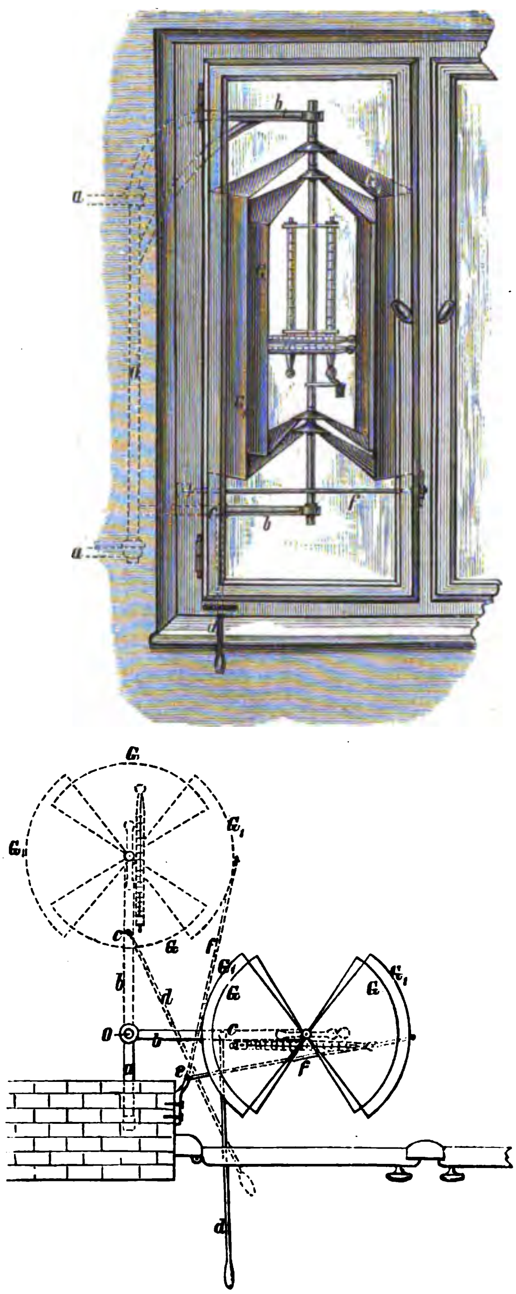


Fig. 105 ($^1/_{16}$ natürl. Gr.).

[1]) Jahrbücher des polytechn. Inst. zu Wien, Th. I. 208.

[2]) Astronomische Nachrichten Th. III. 229 Nr. 157 S. 218.

durchreichenden Stiftes, der am Ende des Hebels *a* sitzt und mit Hülfe des Knopfes *P* verstellt werden kann.

Die kleinen in Uhrform ausgeführten Instrumente machen einen guten Eindruck; über die Genauigkeit ihrer Leistungen hat Ref. nichts in Erfahrung gebracht.

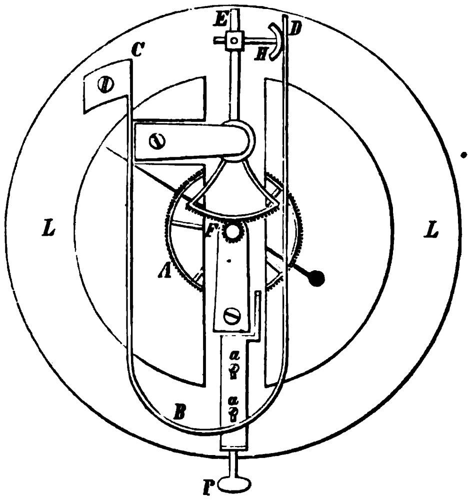


Fig. 106 (1/1 natürl. Gr.).

B. Barometer.

Quecksilberbarometer[1]) hatten dieselben vier Fabrikanten ausgestellt, von welchen Quecksilberthermometer herrührten.

Ausserdem hatte noch C. Berg eine Nachbildung von fünf älteren Barometern ausgestellt, von denen nur das in Carl's Repertorium Band III, 291, von Radau beschriebene Wagebarometer von Moreland hervorzuheben ist. Seine Konstruktion stimmt im Prinzip mit der der zur Zeit gebräuchlichsten Wagebarometer (vergl. S. 231) überein.

J. C. Greiner sen. & Sohn und G. A. Schultze stellten ausser den gewöhnlicheren Barometerformen Normalbarometer aus nach dem Modell des verstorbenen Mechanikers J. G. Greiner jun., wie sie auf preussischen meteorologischen Stationen vielfach eingeführt sind. Beide Firmen haben indessen der ursprünglichen Konstruktion noch einige Verbesserungen hinzugefügt.

Diese Instrumente sind Heberbarometer, deren beide Schenkel neben einander liegen. Die Skale trägt am unteren Ende ein Ablesemikroskop,

---

[1]) Betreffs der Aneroidbarometer vergl. S. 118 und 163.

das den Skalennullpunkt fixirt. Mit Hülfe eines Triebes und einer Zahnstange wird die Skale so weit verschoben, bis das Fadenkreuz des Mikroskops auf die Quecksilberkuppe im offenen Schenkel einsteht. Neben dem oberen Theil der Skale gleitet ferner ein Nonius, der ein zweites Ablesemikroskop trägt und ebenso mittels eines Triebes und einer Zahnstange so weit zu verschieben ist, bis dieses Mikroskop auf die Quecksilberkuppe im geschlossenen Schenkel einsteht.

Fig. 107 (a. folg. S.) stellt ein derartiges Barometer in der Ausführung von J. C. Greiner sen. & Sohn, Fig. 108 die Einzelheiten seiner unteren Hälfte in der Anordnung von G. A. Schultze dar. Die beiden Heberrohre sind in ein Holzgestell *A* eingelassen, das zugleich ein Thermometer *T* enthält, welches in ein mit Quecksilber gefülltes kurzes Glasrohr taucht und annähernd die Temperatur der Barometerfüllung angiebt. Der Trieb S_1 dient dazu, die Skale *k* fortzuschieben, auf deren unteres Ende das Mikroskop M_1 aufgesetzt ist. Der Trieb S_2 (Fig. 107) dient zur Einstellung des Nonius *n* und des daran befestigten Mikroskops M_2. Zur Ermittelung der Temperatur der Skale *k* trägt diese endlich noch ein zweites Thermometer *t*.

Die Uebertragung der Triebbewegung von S_1 auf Skale *k* wird aus Fig. 108 ersichtlich. S_1 greift in eine Zahnstange *z*, auf welche ein abgerundeter Stift *s* aufgesetzt ist. Die über der Zahnstange liegende Skale *k* hat einen Ausschnitt, durch den der Stift *s* hindurchreicht. Gegen *s* drücken von oben bezw. von unten zwei Schneiden t_1 und t_2, die auf *k* aufgeschraubt sind. *k* erhält Führung in zwei Schlittenlagern *L*, von denen das eine (in Fig. 108 allein sichtbar) an seinem unteren, des andere an seinem oberen Ende liegt. Die Verbindung von *k* und *z* durch Vermittelung des Stifts *s* und der Schneiden t_1 und t_2 soll bewirken, dass *k* die Verschiebungen von *z* mitmacht, ohne sich durchzubiegen. Bei der ursprünglichen J. G. Greiner'schen Anordnung wie auch bei J. C. Greiner (Fig. 107) liegt der Stift *s* unterhalb des Lagers *L*; Schultze hat den Stift oberhalb des letzteren angebracht, um eine Durchbiegung der Skale um so sicherer zu verhüten.

J. C. Greiner sen. & Sohn andererseits haben die bisherige Führung in Schlittenlagern verworfen und durch eine gleichmässiger wirkende Rollenführung ersetzt. Sie fräsen in die beiden schmalen Seiten der Skalenplatte *k* (Fig. 107) je eine Nuth ein und legen die links befindliche Nuth gegen eine fest gelagerte Rolle an, während sie dieser gegenüber gegen die rechts befindliche Nuth zwei kleinere Rollen durch eine Feder andrücken lassen.

Heberbarometer dieser Art entsprechen den zur Zeit an Normalbarometer gestellten Anforderungen nicht mehr in vollem Maasse. Auch durch Hinzufügung der von J. C. Greiner und von Schultze gemachten Verbesserungen wird nämlich hinreichende Sicherheit gegen Verbiegungen der Skale nicht gewährt; die letzteren üben zudem in Folge der eigenthümlichen



Fig. 107 ($^1/_6$ natürl. Gr.).

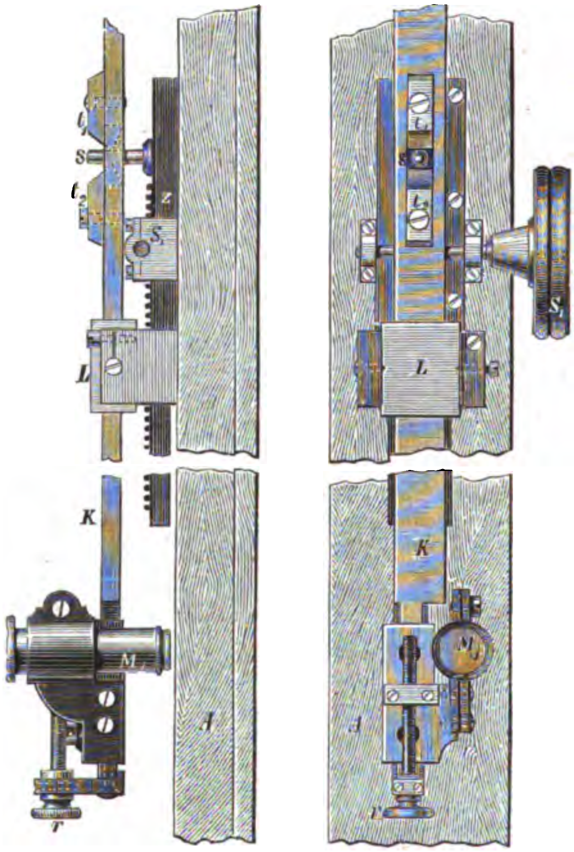


Fig. 108 ($^1/_2$ natürl. Gr.).

Anordnung der Absehvorrichtungen gerade hier einen besonders bedenklichen Einfluss auf die Ablesungen aus. Eine Verbiegung der Skale bewirkt nämlich neben Zugrundelegung eines falschen Nullstrichs eine Neigung der beiden Absehenslinien gegen einander. Bei älteren Barometern dieser Art pflegten die Absehenslinien gewöhnlich auch schon durch blosse Verstellung der Mikroskopokulare geändert zu werden, bei den neueren Instrumenten wird dagegen die Befestigung der Mikroskope in stabilerer Weise ausgeführt. Als erheblichster Mangel dieser Barometerkonstruktion kommt hinzu, dass die Einstellung der beiden Quecksilberkuppen willkürlich geändert werden kann durch Verschiebung der Blende, welche hinter jedem Mikroskop angebracht ist und welche die richtige Beschattung der Kuppen bewirken soll.

Endlich genügen Heberbarometer der angeführten Art auch der Bedingung nicht, dass die Quecksilbersäulen in beiden Schenkeln gleichzeitig angehoben werden können. Diese Bedingung ist nöthig, damit bei der Ablesung die Quecksilberkuppen gleiche Gestalt haben[1]) und damit nach der von Arago angegebenen Methode die Menge der im sog. Vakuum eingeschlossenen Luftmenge ermittelt werden kann.

Bereits im Jahre 1839 hat Kupffer Heberbarometer mit anhebbaren Quecksilbersäulen konstruirt[2]), und in neuerer Zeit ist besonders durch Wild darauf gedrungen worden[3]), dass nur solche Barometer als Normalbarometer Verwendung finden.

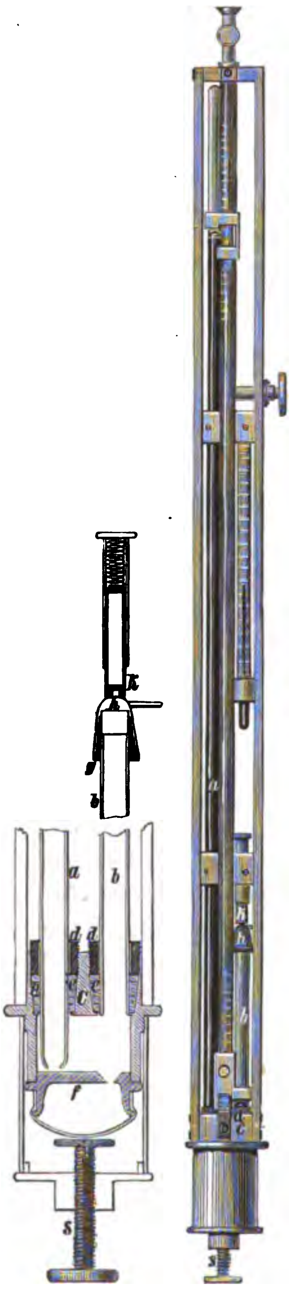
Unter den Konstruktionen, welche für Heberbarometer mit anhebbaren Quecksilbersäulen bekannt geworden sind, nehmen die von Fuess eine hervorragende Stellung ein. Drei verschiedene Formen davon hatte er ausgestellt; zwei dieser Barometerarten sind als sogenannte Gefässheberbarometer konstruirt und zwar die eine nach den Angaben von Dr. Köppen für die Stationen der Kaiserl. Seewarte zu Hamburg, die zweite nach einem eigenen Entwurf von Fuess. Bei ihnen reichen die beiden Heberrohre in ein Quecksilbergefäss mit beweglichem Lederboden. Die dritte Art ist ein auf Veranlassung des Refer. hergestelltes dreischenkliges Barometer mit eigenthümlichen von Fuess angegebenen Ablesevorrichtungen. Die Hebung der Quecksilbersäulen wird hier dadurch bewirkt, dass ein Kolben in den dritten mit Quecksilber gefüllten Rohrschenkel eingesenkt wird.

Bei dem nach dem Kupffer'schen Prinzip hergestellten und von Koeppen veränderten Gefässheberbarometer sind die beiden neben einander liegenden Heberrohre *a* und *b* (Fig. 109) in einen Messingrahmen eingesetzt, welcher unten das Eisengefäss *C* trägt. In dieses Gefäss werden die Röhren eingepresst durch eine Anzahl von Lederringen *e*, die durch

[1]) Wild im Repert. für Meteorol. III. Nr. 1, Petersburg 1874, 61.

[2]) Mém. de l'Acad. Impér. de St. Pétersbourg 6. série. Sciences mathém., phys. et natur. T. I Bulletin p. XXVI 25. Aug. 1830.

[3]) a. a. O. und Repert. für Meteorol. I. Theil 1. Petersburg 1870, 1.



$^1/_3$ natürl. Gr. $^1/_6$ natürl. Gr.

Fig. 109.



$^1/_5$ natürl. Gr. $^1/_3$ natürl. Gr.

Fig. 110.

zwei in den Kopf von *C* eingeschraubte Muttern *d* zusammengedrückt und festgehalten werden. Den Boden des Gefässes *C* bildet ein Eisenstück *f*, das den Lederbeutel trägt. *f* ist gegen das Gefäss *C* hin abgesperrt bis auf ein kleines Loch, das in der Verlängerung der Röhre *b* liegt. Die Absperrung des von *f* und dem Ledersack eingeschlossenen Quecksilbers vom Gefäss *C* hat den Zweck, Luft, die durch das Leder hindurch unter *f* eingedrungen ist, vom Rohr *a* fernzuhalten und durch den offenen Schenkel *b* zum Entweichen zu bringen. Der Ledersack kann mittels der Schraube *s* gehoben und gesenkt werden.

Zum Zwecke der Ablesung lassen sich auf der zwischen beiden Schenkeln am Messingrahmen befestigten Skale zwei Nonien mit Visiren verschieben. Den untern Nonius pflegt man, sobald nicht eine Kontrole des Vakuums veranstaltet wird, festzustellen. Die Einstellung geschieht so, dass der Ledersack mittels der Schraube *s* so weit gehoben wird, bis die untere Quecksilberkuppe das untere Visir erreicht. Mit Hülfe einer hinter der Skale liegenden Zahnstange wird sodann das obere Visir bis zur oberen Kuppe gesenkt.

Der offene Schenkel *b* des Barometers wird durch ein Stahlhütchen *h* verschlossen; eine seitlich in diesem angebrachte Oeffnung vermittelt die Verbindung von *b* mit der äusseren Luft. Soll das Barometer transportirt werden, so wird *h* um die Breite jener Oeffnung verdreht und damit der Schenkel *b* abgeschlossen. Die Federvorrichtung *k* presst dann das Hütchen *h* gegen *b* an.

Für die Herstellung des zweiten von Fuess nach eigenem Entwurf konstruirten Gefässheberbarometers haben die in der Wild'schen Abhandlung über Normalbarometer (Bulletin de l'Académie de St. Pétersbourg, Band XXIII, 86) aufgestellten Bedingungen für ein Kontrol- oder Uebertragungsbarometer erster Klasse als Richtschnur gedient. Das Fuess'sche Barometer wird in den „Mélanges physiques et chimiques, Band XI“ von Wild als „Stations- und Reisebarometer der Zukunft“ bezeichnet.

Nach Wild muss ein Kontrolbarometer erster Klasse folgenden Anforderungen genügen:

1. Das Barometerrohr soll keinen geringeren inneren Durchmesser als 12 mm haben;
2. das Quecksilber soll vor jeder Beobachtung in beiden Schenkeln angehoben werden können und zwar so weit, dass die Prüfung auf etwaiges Vorhandensein von Luft im Vakuum nach der Arago'schen Methode ausführbar ist;
3. die Ablesevorrichtung und ihre Einstellung soll für beide Quecksilberniveaus homogen sein;
4. die Einrichtung sowohl des Maassstabes als der Ablesevorrichtungen soll die Sicherheit vollständiger Konstanz gewähren;

5. das Thermometer soll so angeordnet sein, dass es mit hinreichender Annäherung die mittlere Temperatur des Quecksilbers der durch den Luftdruck gehobenen Säule angiebt;
6. das Barometer soll auch in gefülltem Zustande sicher transportirt werden können;
7. die absolute Korrektion des Instruments soll keine Aenderung erfahren, wenn im Falle eines Rohrbruchs ein neues Rohr eingesetzt und das Barometer neu gefüllt wird.

Die Bedingungen unter 3, 4 und unter 7 zu erfüllen, scheint nur dadurch möglich zu sein, dass man die beiden Schenkel vertikal untereinander, den einen also genau in die Verlängerung des anderen legt und beide zentrisch von einer zylindrischen Metallröhre umhüllen lässt, auf welche die Skale aufgetragen ist. Dann kann man eine und dieselbe von oben nach unten verschiebbare Ablesevorrichtung auf beide Quecksilberkuppen einstellen, und deshalb ist dann der wahre Werth der Skale allein für den Fehler des Barometers maassgebend — abgesehen von dem für sich bestimmbaren Fehler des Vakuums. Es ist also für die Fehlerermittelung eines derartigen Barometers eine Vergleichung mit einem Hauptnormalbarometer einer Zentralstation jedenfalls unnöthig.

Fuess hat bei seinem Barometer überdies noch eine eigenthümliche Glaskonstruktion zur Verwendung gebracht, um das Instrument möglichst wenig zerbrechlich zu machen und zugleich seine Zusammensetzung und Füllung thunlichst zu vereinfachen.

Fig. 110 (S. 222) zeigt links die obere Hälfte des Barometers mit Skale und Ablesevorrichtung, rechts in etwas grösserem Maassstabe den unteren Theil des Barometers, wobei durch theilweise Wegnahme der Wände die Verbindung der beiden Schenkel und die Einrichtung des Quecksilbergefässes freigelegt sind.

Die beiden Schenkel *A* und *B* hängen an der mit der äusseren Luft nicht kommunizirenden Erweiterung *O* zusammen. Der obere Theil von *A* liegt in der Verlängerung von *B*, seine Fortsetzung aber ist seitlich durch *O* hindurch und hierauf parallel zu *B* fortgeführt. *A* und *B* sind mit Siegellack in einen Stahlkonus *E* gekittet, über welchen ein Stück von *A* hinausreicht, während *B* mit dem Konus abschneidet. Der Schenkel *B* hat nahe unterhalb der Erweiterung *O* einen kleinen Ansatz, durch den er mit der Luft kommunizirt und der durch die Schraube *S* verschlossen werden kann.

Der Konus *E* ist in ein Eisengefäss *D* eingelassen und wird durch eine Ueberfangmutter *F* darin festgehalten. Auf *D* ist der mittels der Schraube *G* anhebbare Lederbeutel *C* aufgebunden. Die Skalenröhre, eine etwa 30 mm weite, vernickelte Messingröhre, ist von aussen her an *D* angeschraubt; auf ihr verschiebt sich die mit einem Nonius versehene Ablesevorrichtung *N*. Diese kann durch eine links sichtbar werdende Schraube auf der Skalenröhre

festgeklemmt und hierauf mittels eines feinen Gewindes scharf eingestellt werden.

N lässt sich, nach Abnahme des Knopfes *S*, bis nach unten verschieben und auch auf die untere Kuppe einstellen. Für gewöhnlichere Arbeiten ist noch ein mittels der Schraube *K* festklemmbares Nullpunktsvisir beigegeben, gegen welches man das Quecksilber mit der Schraube *G* anhebt, während die Vorrichtung *N* dann nur zur Einstellung der oberen Quecksilberkuppe benutzt wird. Da die genaue Einstellung durch Anheben des Quecksilbers, wegen der Elastizität des Leders, selbst bei aller Vorsicht nicht mit derselben Schärfe ausführbar sein dürfte, wie die Einstellung des mikrometrisch verschiebbaren Visirs auf eine fest stehende Kuppe, so hält Referent es für rathsam, bei Präzisionsmessungen die Anwendung des feststehenden Nullpunktvisirs möglichst zu vermeiden.

Ein Hauptvorzug dieses Barometers vor anderen liegt, wie schon vorher angedeutet, darin, dass für Transporte das Instrument aus einander genommen, das mit Quecksilber gefüllte Rohr für sich verpackt und das ganze Barometer schliesslich wieder von Jedermann zusammengesetzt werden kann, während gleichwohl der Fehler seiner Angaben vor der Zerlegung und nach der Wiederzusammensetzung derselbe bleibt.

Soll das Instrument in zusammengesetztem Zustande versendet werden, so wird das Quecksilber im Rohr *B* ganz in die Höhe gehoben, der Rohransatz bei *B* mittels des Knopfes *S* nach aussen hin abgeschlossen und das Barometer in umgekehrter Lage transportirt.

Ist der Versand des Instruments in zerlegtem Zustand erwünscht, so wird nach Abnahme des Skalenrohrs vom Gefäss *D* und nach Lösung der Mutter *F* der Stahlkonus *E* zugleich mit den beiden darin festgesiegelten Röhren *A* und *B* aus *D* herausgehoben und nach Abnahme von *S* das Quecksilber aus dem kürzeren Schenkel *B* abgelassen, während der längere Schenkel *A* gefüllt bleibt. Die beiden Rohre mit dem Konus *E* werden für sich verpackt. Bei der Wiederzusammensetzung verfährt man genau umgekehrt; während das Barometerrohr mit seinem geschlossenen Schenkel nach unten oder auch wagerecht gehalten wird, wird auf *E* das Gefäss *D* aufgesteckt, die Ueberfangmutter *F* übergeschoben und festgeschraubt. Man lässt sodann das Barometerrohr in das Skalenrohr hineingleiten u. s. w. Zuletzt wird, während man das Barometerrohr senkrecht, aber den geschlossenen Schenkel nach unten hält, das Getäss *D* mit Quecksilber gefüllt. Auf die zusammengehörigen Theile aufgravirte Marken sichern die richtige Zusammensetzung.

Auch bei dem dritten von Fuess konstruirten Heberbarometer mit anhebbaren Quecksilbersäulen, dem dreischenkligen Barometer, liegen die beiden eigentlichen Barometerschenkel vertikal unter einnader, mit dem offenen Schenkel kommunizirt aber noch ein drittes Rohr, in welches ein Thermometer beliebig tief eingesenkt werden kann. Dieser Thermometer-

kolben vertritt hier die Stelle des beweglichen Ledersacks der Gefässheberbarometer und ermöglicht zugleich, die Temperatur des unteren Theils der Barometerfüllung unmittelbar zu bestimmen.

Obgleich dieses dreischenklige Instrument gegen Eindringen von Luft in das Vakuum mehr geschützt ist als ein Barometer mit durchlässigem Lederboden, so wird doch seine Verwendbarkeit — bei der bisherigen Konstruktion wenigstens — eine beschränktere bleiben, weil es zu zerbrechlich ist. Es wird vor allem als Stationsbarometer zu gebrauchen sein. Für ein solches ist es aber nicht nöthig, beide Kuppen mittels einer und derselben Ablesevorrichtung einstellen zu lassen, es reicht aus, wenn beide Ablesungen vollständig homogen ausgeführt werden, was hier dadurch erreicht wird, dass die Millimetertheilung unmittelbar auf die beiden Barometerröhren aufgetragen ist und zwei zylindrische Glasnonien, deren innere Zylinderflächen die Theilung tragen, sich auf letzteren verschieben lassen. Dieses neue Ablesungsprinzip ist von Fuess ursprünglich bei Barometern angewendet worden, die in chemischen Laboratorien gebraucht werden sollen und deren eigentlich messenden Theile nicht aus Metall sein dürfen, da sie sonst von Säuren und Dämpfen zu sehr leiden. Die einfachen zweischenkligen Barometer mit Glasnonien stellten die vierte der von Fuess ausgestellten neuen Barometerkonstruktionen dar.

Fig. 111 zeigt ein solches zweischenkliges, Fig. 112 ein dreischenkliges Barometer; das letztere unterscheidet sich von dem ersteren nur durch den hinzugefügten dritten Schenkel C mit dem Thermometerkolben D, dessen Verschiebung mittels Zahnstange und Trieb bewirkt wird. C hängt mit dem offenen Barometerschenkel B, wie aus dem in Fig. 112 dargestellten Querschnitt ersichtlich wird, an der Stelle zusammen, wo der Hahn h liegt, mittels dessen zu Zwecken des Transports u. s. w. B vom geschlossenen Schenkel A abgesperrt werden kann.

Die Ablesevorrichtungen für beide Schenkel A und B sind genau gleich. Jeder Glasnonius N ist in eine Metallfassung fest eingelegt, die mittels eines in eine Zahnstange eingreifenden Triebes E verschiebbar ist. Um die Quecksilberkuppe scharf einstellen zu können, ist der Nullstrich des Nonius im Inneren des Glaszylinders N rings herumgeführt; für die Einstellung werden Vorderseite und Rückseite des Striches zur Deckung gebracht. Zur richtigen Beschattung der Kuppe ist über den Nonius N eine um 90° drehbare Messingblende M geschoben. Die beiden Grenzlagen der Blende M_1 und M_2 sind in Fig. 112 besonders dargestellt. In der Lage M_1 wird durch zwei vorn und hinten befindliche gleich grosse Einschnitte nichts als der Nullstrich des Nonius und ausserdem die Quecksilberkuppe sichtbar, die letztere hebt sich dabei scharf vom hellen Hintergrunde ab. Nach Einstellung der Kuppe dreht man M in die andere Lage M_2, die Noniustheilung ist dann ganz sichtbar und ihre Stellung an der Skale kann abgelesen werden.



Fig. 111 (1/6 natürl. Gr.).



Fig. 112.

Bei beiden Barometern (Fig. 111 und 112) sind die Glasrohre in eine Holzplatte eingelassen, welche neben dem Schenkel *A* links oben ein Thermometer trägt. Bei dem dreischenkligen Barometer sind die Angaben dieses Thermometers neben denen des Thermometers *D* für Berechnung der mittleren Temperatur des Quecksilbers und der Skale maassgebend.

C. Anemometer.

Anemometer zum Messen der Luftgeschwindigkeit in Ventilationskanälen, Feuerungsanlagen, Gruben u. s. w. waren von Clément und Fuess ausgestellt. Ihre Konstruktion ist bekannt. Eine Anzahl (gewöhnlich 8) schräg gestellter Flügel sind auf eine horizontale Achse aufgesteckt (vergl. Fig. 113), deren Drehung mittels eines Zahngetriebes auf einen Zeiger übertragen wird.

Bei dem von Clément ausgestellten Anemometer bestanden die Flügel aus Glimmerplättchen, der Zeiger gab nur die Zahl der Umdrehungen des Flügelrades an, aus dieser ist die Luftgeschwindigkeit durch eine lineare Funktion herzuleiten, deren Konstanten vorher experimentell ermittelt worden sind.

Die von Fuess ausgestellten Anemometer hatten Aluminiumflügel, ihr Zeiger gab unmittelbar die Luftgeschwindigkeit für eine Sekunde in Metern an, jede Berechnung fällt also hier weg.

Besondere Beachtung verdient eins dieser Fuess'schen Anemometer, das die Luftgeschwindigkeit in dem Zeitraum einer Minute selbstthätig registrirt. Die Drehung des Flügelrades wird hier nicht kontinuirlich auf den Zeiger übertragen, die Uebertragung findet vielmehr nur so lange statt, als ein Bremshebel zurückgedrückt ist. Ein im Anemometer eingeschlossenes kleines Uhrwerk bewirkt das Zurückdrücken und zwar genau eine Minute lang.

Fig. 113 giebt eine Ansicht des Instruments und eine schematische Darstellung seiner Mechanismen. Die Drehung des Flügelrades wird durch Zahnradgetriebe auf das Rad *d* übertragen, das mit geringer Friktion auf der Achse des Zeigers aufsitzt. Mit dem Zeiger fest verbunden ist die Bremsscheibe *a*, welche durch den Bremshebel *b* für gewöhnlich arretirt wird. So lange die Arretirung dauert, hat die Drehung von *d* auf den Zeiger und die Scheibe *a* keinen Einfluss, sobald aber der Hebel *b* zurückgedrückt wird und die Bewegung von *a* nicht mehr hemmt, reicht die Friktion von *d* auf die Zeigerachse aus, um diese und den Zeiger mitzunehmen. Das obere Ende des Hebels *b* gleitet auf einem Ringe *c*, dessen eine Hälfte tief ausgeschnitten ist; so lange dies Hebelende im Ausschnitt von *c* gleitet, drückt *b* gegen die Bremsscheibe *a*; wird aber bei der Drehung des Ringes *c* durch den höher stehenden Theil desselben das obere Ende

von *b* angehoben, so wird *a* frei. Der Ring *c* wird von dem Uhrwerk in genau 2 Minuten einmal umgedreht. Für gewöhnlich ist der Ring und mit ihm das Uhrwerk durch einen in einen Schlitz von *c* eingreifenden Haken des Winkelhebels *e* arretirt. Will man aber das Anemometer in

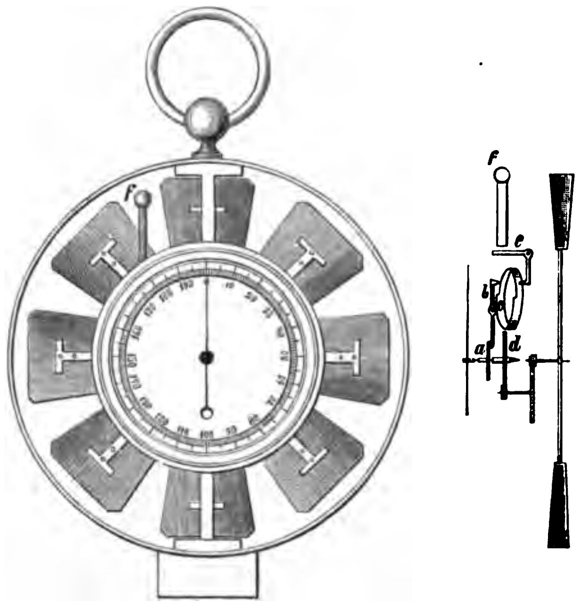


Fig. 113 (1/2 natürl. Gr.).

Wirksamkeit setzen, so drückt man auf den aus dem Gehäuse des Apparats herausragenden Druckknopf *f*, das Ende desselben wirkt dann auf den Winkelhebel *e* und rückt das Hakenende desselben aus, wodurch *c* und die Uhr ausgelöst werden. Nachdem *c* eine volle Umdrehung gemacht hat, fällt der Haken von *e* wieder in den Schlitz ein und arretirt *c* aufs neue. Während dieser Zeit hat aber der Zeiger genau eine Minute lang die Drehung des Flügelrades registrirt.

II. Registrirapparate.

Berichterstatter:

Dr. A. Sprung, Assistent an der Kaiserl. Seewarte zu Hamburg[1]).

Meteorologische Registrirapparate sind nur von R. Fuess ausgestellt worden. Es waren dies zwei Wagebarographen und zwei Anemographen. Von den ersteren war der eine nach dem ursprünglich von Samuel Moreland angegebenen Prinzip, wonach das Barometerrohr an einer Neigungswage wirkt, der zweite nach dem vom Referenten zuerst gemachten Vorschlag ausgeführt, wonach mit Hülfe eines Laufgewichtes der das Barometerrohr tragende Wagebalken sich stets horizontal einstellt. Von den Anemographen ist der erste nach Beckley konstruirt und giebt kontinuirliche Aufzeichnungen der Windrichtung und der Windgeschwindigkeit; der zweite dient dazu, den Gang der Ventilation in den Hauptzuführungskanälen von Gebäuden zu registriren.

1. Wagebarograph nach Samuel Moreland.

Fig. 114 giebt eine Ansicht des Apparats. Mit steigendem Luftdruck tritt Quecksilber aus dem Gefässe F in das Rohr B, dessen Gewicht vermehrend, so dass der rechts unten vom Drehungspunkte D gelegene Schwerpunkt des Winkelhebels $qDPp$ gehoben wird, bis die statischen Momente auf beiden Seiten wieder gleich geworden sind.

Ein mit dem Winkelhebel fest verbundener Zeiger f streicht über eine, mit Kartonpapier überzogene Messingtafel T hin, welche durch ein Uhrwerk langsam nach unten bewegt wird. Dasselbe Uhrwerk bewirkt, dass die Spitze des Zeigers jede Viertelstunde ihren Stand auf der Papiertafel markirt. Ausserdem wird zur Ueberwindung der Adhäsion des Quecksilbers an der Glaswand viermal in der Stunde das ganze Barometerrohr durch vier am Minutenzeiger befestigte Zapfen gehoben und 10 Minuten vor jeder Registrirung wieder fallen gelassen. Die Stange S, welche diese Hebung vermittelt, kann leicht in der Weise gebogen werden, dass das Barometer nicht in zu starke Schwingungen geräth, sondern bis zur nächsten Registrirung wieder vollkommen zur Ruhe kommt.

Besondere Beachtung verdient die die Deutlichkeit der Kurve erheblich verbessernde Schwarzschreibevorrichtung am unteren Ende des Zeigers, wie sie auf Professor Dr. Neumayer's Veranlassung von Fuess für die Instrumente

[1]) Die Beschreibung des Anemographen für Ventilationszwecke ist vom Herausgeber eingefügt worden.

der deutschen Seewarte konstruirt wurde. Dieselbe ist in Fig. 115 besonders dargestellt. Indem der Schlagbügel *b* (vergl. auch Fig. 114) nach langsamer Hebung durch die Uhr von Viertel- zu Viertelstunde herunterfällt, drückt er das Farbrädchen *r* an die Papiertafel und bewirkt gleichzeitig in einfacher Weise, dass sich der Rand des Rädchens immer von neuem mit Farbe überzieht; die Seitenansicht (Fig. 115, rechts) zeigt den Schlagbügel *b* in seiner nach links oben gerichteten Bewegung begriffen, wie er vermittels des Hakens *h* das am unteren Ende des Hebels *k* angebrachte Rädchen *r* etwa bis zur Hälfte seines Weges mit sich führt. Nach dem Abgleiten des Hakens vom Bügel rollt das Rädchen auf der mit Buchdruckerschwärze imprägnirten Lederbahn *L L'* zurück, ohne bis an die Schreibtafel zu gelangen. Diese berührt es erst, wenn der Schlagbügel *b* herunterfällt und — unter dem sich hebenden Haken *h* hinweggleitend — auf das vorspringende Säulchen *z* des Hebels *k* stösst, wobei sich der Bügel wieder hinter dem Haken fängt, um das Rädchen alsbald von neuem zu

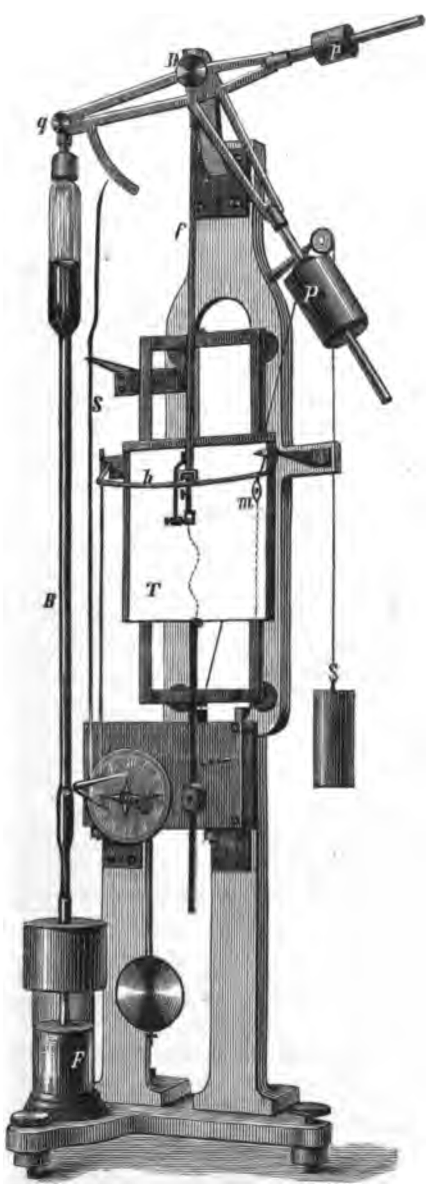


Fig. 114 (1/8 natürl. Gr.).

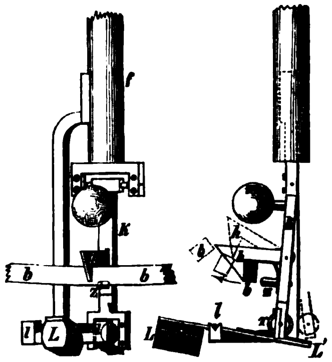


Fig. 115.

heben. Der Hebel LL' ist links durch eine Metallmasse beschwert und kann aus dem Lager l mit Leichtigkeit herausgehoben werden.

Die Hauptmasse des Winkelhebels $qDPp$ (Fig. 114) bilden die 2 verschiebbaren Messingzylinder P und p, von denen p dazu dient, dem Winkelhebel für den mittleren Barometerstand des betreffenden Ortes eine bestimmte Lage zu verleihen, bei welcher das Farbrädchen etwa der Mitte der Papiertafel gegenübersteht. Die Empfindlichkeit des Apparates hängt dann hauptsächlich vom Gewichte P ab und wird durch eine Verschiebung des anderen Gewichts p aus dem Grunde nicht beeinflusst, weil letzteres mit dem Aufhängungspunkte q des Barometers und dem Drehungspunkte D des Winkelhebels in gerader Linie liegt und, deshalb sein statisches Moment proportional demjenigen des Barometers variirt.

Mit der Theorie des Winkelhebelbarographen haben sich besonders Radau[1]), H. Wild[2]) und in sehr eingehender Weise Dr. P. Schreiber[3]) beschäftigt. Die Bewegung des Zeigers ist eine ziemlich komplizirte Funktion des Luftdrucks (indem die Grösse der Winkelbewegung für 1 mm Luftdruckzunahme auch vom absoluten Betrage des Luftdrucks abhängt) und der Temperatur des Standortes. (Ueber den Einfluss der letzteren auf das Gewicht des oben erweiterten Barometers findet man einige Erörterungen in der folgenden Beschreibung des Wagebarographen von Sprung S. 238.) Im allgemeinen wird deshalb der Apparat in seiner einfachsten Form nur als bequemes Hülfsmittel zur Ausfüllung der Lücke zwischen zwei durch direkte Ablesung eines Normalbarometers gewonnenen Barometerständen benutzt[4]). Man legt einen in Millimeter getheilten Glasmaassstab[5]) so auf die Papierscheibe, dass seine Nulllinie mit einer geraden, von dem am Bügel b befestigten Stifte m gezeichneten punktirten Linie zusammenfällt, und reduzirt die abgelesenen Strecken mit Hülfe eines jeweilig durch Vergleichung mit den Angaben des Normalbarometers gefundenen Faktors, dessen mittlerer Werth ungefähr 0,5 ist. Der Apparat zeichnet also die Barometerbewegung in zweifacher Vergrösserung.

Die einzelnen Theile des Apparates pflegen sonst wohl an der Hinterwand eines Holzkastens angebracht zu sein. Obgleich letztere aus mehreren Schichten zusammengeleimt ist, in denen die Fasern in verschiedenen Rich-

---

[1]) Radau, Zur Geschichte und Theorie des Wagebarometers, Pogg. Ann. Bd. 133 (1868).

[2]) Ueber die Bestimmung des Luftdrucks, von H. Wild. Repertorium für Meteorologie, herausgegeben von der Kaiserl. Akad. der Wissenschaften zu St. Petersburg.

[3]) Untersuchungen über die Theorie und Praxis des Wagebarometers, van Dr. P. Schreiber, Carl's Repertorium für Experimentalphysik, 8. Bd., 245.

[4]) Man vergl. hierüber z. B. „Instruktion für den Meteorologischen Dienst der Deutschen Seewarte“, herausgegegen von der Direktion, Hamburg 1879, 30. —

[5]) Auf Wunsch wird dieser Glasmaassstab von Fuess in der Weise konstruirt, dass unmittelbar die Länge des von der Zeigerspitze beschriebenen Bogens in Millimetern abgelesen werden kann.

tungen verlaufen, wodurch der Einfluss der Feuchtigkeit und Temperatur bedeutend verringert wird, ist es unbedingt vorzuziehen, das Gerüst aus Eisen zu konstruiren, wie es bei dem von Fuess ausgestellten Exemplar geschehen ist. Man ist alsdann wenigstens nicht im unklaren darüber, mit welchen Faktoren man zu rechnen hat.

2. Wagebarograph mit Laufgewicht nach Sprung.

Nachdem das Prinzip dieses Barographen im XII. Bande der Zeitschrift der Oesterr. Ges. für Meteor., 305[1]), erörtert worden war, ist es Fuess gelungen, das dort vorgeschlagene Beispiel einer mechanischen Ausführung derartig umzugestalten, dass ein durchaus kompendiöser Apparat zu Stande gekommen ist, welcher nur wenig mehr Raum beansprucht, als der soeben besprochene Winkelhebelbarograph. Da dieses auf der Ausstellung fungirende Exemplar die Ausführbarkeit der Idee beweist und von der dem Apparat ursprünglich zugedachten Form ganz erheblich abweicht, so lassen wir hier eine genauere Besprechung desselben folgen.

Bei dem Winkelhebel- und allen ähnlichen Wagebarographen sind es die Bewegungen des Barometerrohres oder -Gefässes selbst, durch welche die Veränderungen des Luftdrucks registrirt werden. Diese Bewegung des Rohres mit allen ihren Nachtheilen ist durch das in Rede stehende Prinzip, welches offenbar auch zur Konstruktion anderer Registrirapparate mit Vortheil verwandt werden kann, so gut wie vollständig vermieden; an ihre Stelle tritt die Bewegung einer mechanischen Vorrichtung, welche ganz unabhängig vom physikalischen Apparate in beliebiger Grösse konstruirt werden kann, so dass zu einer kontinuirlichen Registrirung eine willkürliche Kraftmenge zur Verfügung steht.

Das zum vorerwähnten Zwecke in Anwendung gebrachte Verfahren besteht darin, die Aenderungen im statischen Moment, welche auf der einen Seite l' (Fig. 116) eines Wagebalkens durch Aenderungen der Last (des Barometers B) hervorgerufen werden, auf der anderen durch selbstthätige Verschiebung eines Laufgewichts R zu kompensiren und letzteres seinen Stand durch den Schreibstift S auf einer mit Papier[2]) überzogenen Messingtafel T aufzeichnen zu lassen, welche durch ihr Heruntersinken ein Uhrwerk treibt. Letzteres bewegt eine vertikale Triebstange t, deren oberes Ende vermöge eines zweiarmigen, in h drehbaren Hebels, welcher zugleich einen Eisenanker a trägt, ein wenig von links nach rechts verschoben werden kann. Diese Verschiebung hat den Zweck, ein am oberen Ende der Triebstange t befestigtes konisches Rad mit rauhem Rande bald auf das linke, bald auf das rechte von zwei eben solchen konischen Rädern wirken zu lassen,

[1]) Abgedruckt in Carl's Repertorium für Experimentalphysik, XIV. Bd., 1878, 46.

[2]) Der messingne Schreibstift S erzeugt auf dem sogenannten *„metallic paper"* deutlich sichtbare Kurven.

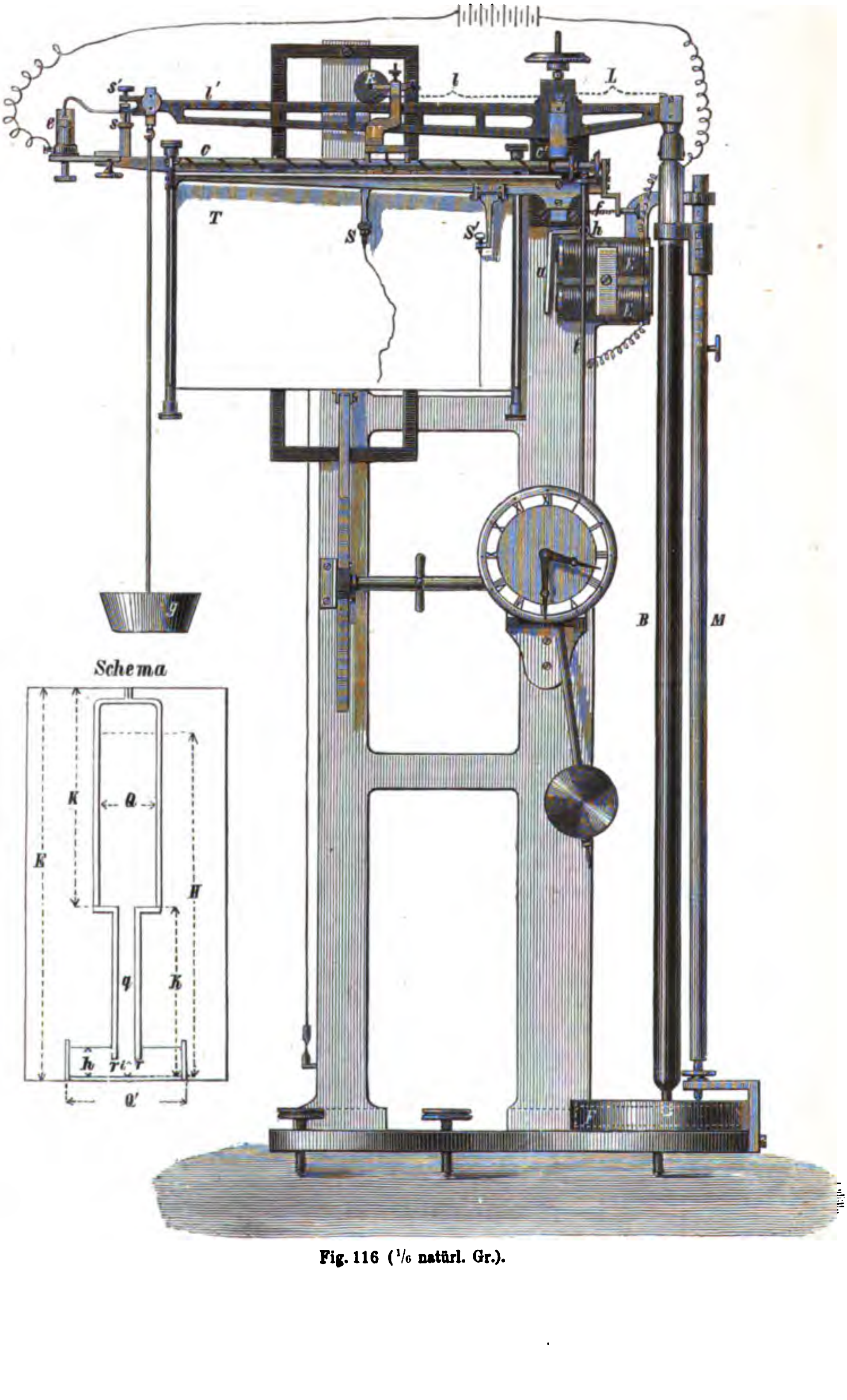


Fig. 116 ($^1/_6$ natürl. Gr.).

welche beide mit einer horizontalen, unter dem längeren linken Wagebalkenarm hinlaufenden Stahlschraube $c\,c'$ fest verbunden sind und letztere bald in diesem, bald in jenem Sinne rotiren lassen. Diese Rotationen der Schraube bewirken entsprechend alternirende Verschiebungen einer Vorrichtung V, welche, theils auf der Stahlschraube reitend, theils durch eine hinter letzterer angebrachte Schiene sicher geführt, dieselben Bewegungen auf den damit fest verbundenen Schreibstift S und das Laufrad R überträgt. Die Uebertragung der Bewegung auf R geschieht vermittels eines vollständig balanzirten kleinen Wagebalkens, so dass R stets mit seinem vollen Gewichte auf dem langen Wagebalkenarm l' ruht. Die Figur stellt die Triebstange t in derjenigen Lage dar, in welcher sie, durch eine Feder f auf das rechte der beiden konischen Räder wirkend, das Laufrad R nach aussen (links) treibt und dadurch das statische Moment des linken Wagebalkenarmes vergrössert. Nach einer sehr kleinen Verschiebung des Laufrades führt deshalb l' eine, durch die beiden Schrauben s und s' in minimale Grenzen eingeschlossene Bewegung nach unten aus und schliesst bei e (Quecksilberkontakt) einen elektrischen Stromkreis, in welchen der Elektromagnet E eingeschaltet ist. Dieser giebt sofort, unter Ueberwindung der Federkraft f, der Triebstange t die entgegengesetzte Lage, so dass sie, nunmehr auf das linke konische Rad wirkend, das Laufrad R in die umgekehrte, nach innen (rechts) gerichtete Bewegung versetzt. Bald wird hierdurch das statische Moment des linken Wagebalkenarmes l' soweit verringert, dass er sich wieder an die obere Schraube s' legt und dadurch bei e den Strom unterbricht, was sogleich wieder die entgegengesetzte Bewegung des Laufrades hervorruft u. s. w. Bei konstantem Gewichte des Barometers B wird somit der Schreibstift S eine Zickzacklinie zeichnen, deren Mittellinie derjenigen Geraden, welche durch einen anderen, fest am Gerüst des Instrumentes angebrachten Schreibstift S' erzeugt wird, vollkommen parallel ist. Ein etwas grösseres Gewicht des Barometers wird zur Folge haben, dass S eine etwas weiter links gelegene vertikale Zickzacklinie zeichnet. Vergrössert sich das Gewicht des Barometers allmählich, so gelangt der Schreibstift S dadurch von rechts nach links, dass das rechte der beiden konischen Räder, welche der Stahlschraube $c\,c'$ aufsitzen, jedesmal länger funktionirt, als das linke.

Bezeichnet L die Länge des rechten Wagbalkenarmes,
l den Abstand des Laufrades R von der Drehungsachse des Balkens,
P das Gewicht des Barometers,
p dasjenige des Laufrades R,

so hat man bei Vernachlässigung des Temperatureinflusses folgende Relation:

$$\Delta l \cdot p = \Delta P \cdot L \text{ oder:}$$

$$1) \quad \Delta l = \Delta P \frac{L}{p},$$

d. h. die Verschiebungen des Laufrades sind den Gewichtsänderungen des Barometers proportional. Da nun die Empfindlichkeit des Apparates durchaus nicht an die Erweiterung des Rohres in der Gegend des oberen Quecksilberniveaus gebunden ist, sondern durch die Veränderung des Gewichts p in hohem Grade beeinflusst werden kann, so war es möglich, durch Fortlassung dieser Erweiterung die Hauptursache der Temperaturfehler des Barographen zu vermeiden. Man kann deshalb nahezu $\triangle P$ als der Aenderung des Luftdrucks $\triangle B$ proportional betrachten, so dass auch die Bewegung $\triangle l$ des Laufrades der Luftdruckänderung $\triangle B$ proportional ist. Die von dem Schreibstifte S gezeichnete Kurve gewährt somit ohne jede Reduktion ein fast vollständig treues Bild der Luftdruckänderungen. Mit Hülfe einer äquidistant getheilten, mit Rücksicht auf die Konstanten des Instrumentes (vergl. unten Gl. 18) hergestellten Glasskale können somit die Barometerstände unmittelbar abgelesen werden.

Die ursprüngliche Einstellung wird allerdings am besten mit Hülfe eines gewöhnlichen Barometers geschehen. Damit man hierbei und bei der Kontrole der Registrirvorrichtungen eines besonderen Barometers nicht bedürfe, ist neben dem Barometerrohre B ein in Millimeter getheilter Maassstab M angebracht, dessen Nullpunkt (eine Stahlspitze) durch eine Schraube in das untere Quecksilberniveau geschoben werden kann. Da der Durchmesser der Quecksilbersäule 2 cm beträgt, so dürfte diese Vorrichtung ein gutes Normalbarometer repräsentiren.

Das in Rede stehende Exemplar des Barographen verzeichnet die Veränderungen der Länge des Quecksilberbarometers in fünffacher Vergrösserung. Es wurde bereits hervorgehoben, dass letztere durch Anwendung anderer Laufräder (Gewicht p in Gl. 1) am fertigen Apparate mit Leichtigkeit geändert werden kann.

Die am linken Wagbalkenarme angebrachte Gewichtsschale g hat den Zweck, den Schreibstift S auf eine beliebige Stelle der Papiertafel einzustellen. Ob es sich empfiehlt, die Möglichkeit einer solchen Verschiebung behufs eines mehrmaligen Gebrauches einer und derselben Papiertafel oder einer zeitweilig verstärkten Vergrösserung auszunutzen, muss die Erfahrung lehren.

Es möge nun der Einfluss der Temperaturänderungen auf das Instrument kurz besprochen werden, und zwar erörtern wir zunächst das einfache Problem, wie das durch direkte Wägung ermittelte Gewicht P des Barometers von der Temperatur beeinflusst wird. Da das Glasrohr unseres Apparates behufs grösserer Stabilität und geringerer Reibung am unteren Ende verengert ist, so setzen wir den allgemeinen, auch den vorher besprochenen Winkelhebelbarographen einschliessenden Fall eines Barometerrohres von der im Schema der Figur 116 dargestellten Form voraus und nehmen an, dass dasselbe an einem eisernen, das Gefäss F tragenden Rahmenf est aufgehängt sei. Wir bezeichnen mit:

P das Gewicht, mit welchem das Barometer auf den Aufhängungspunkt wirkt,
G das absolute Gewicht des Glasrohrs mit den daran befestigten Metalltheilen,
Q', Q, q und r die Querschnitte des Gefässes, der weiten, der engen Quecksilbersäule und der Wandung des engen Glasrohrstückes,
H und h die Höhe des oberen und des unteren Quecksilberniveaus, vom Boden des Gefässes an gerechnet,
i die Höhe des unteren Glasrohrendes über dem Boden des Gefässes,
k „ der Verengerungsstelle „ „ „ „,
V_0 das ganze Volumen des angewandten Quecksilbers bei 0°,
s und s_0 die spezifischen Gewichte des Quecksilbers bei t° und 0°,
B den auf 0° reduzirten Barometerstand,
α, g und e die Ausdehnungskoeffizienten des Quecksilbers, des Glases und des Eisens,
E den vertikalen Abstand zwischen dem Aufhängungspunkte und dem Boden des Gefässes,
K und J den vertikalen Abstand der Verengerungsstelle und des unteren Rohrendes vom Aufhängungspunkte,
dem Index 0 allgemein den Werth eines jeden Symbols bei 0°.

Das auf den Aufhängungsspunkt wirkende Gewicht P besteht aus dem Gewichte des Glasrohres, vermindert um den Auftrieb des eintauchenden Glastheiles, und aus dem Gewichte der ganzen Quecksilbermasse, welche sich oberhalb des unteren Niveaus befindet; daher:

2) . . . . . . $P = G + (H-k)\,Qs + (k-h)\,qs - (h-i)rs.$

Die Bedingung, dass einem Steigen des Quecksilbers im Glasrohre ein Sinken im Gefässe entsprechen muss, wird ausgedrückt durch:

3) . . . . . $(H-k)\,Qs + (k-h)\,qs + hQ's - (h-i)rs = V_0 s_0.$

Die Bedingung endlich, dass die Niveaudifferenz im Rohr und Gefäss dem spezifischen Gewichte des Quecksilbers umgekehrt proportional ist, ergiebt:

4) . . . . $(H-h)s = Bs_0.$

Eliminirt man zunächst H aus 2) und 3) und aus 4) und 3), alsdann h aus den 2 resultirenden Gleichungen, ersetzt Q durch $Q_0\,(1+2gt)$ u. s. w., s durch $\frac{s_0}{1+\alpha t}$ und setzt zur Abkürzung:

5) . . . . $C = \frac{Q'_0}{Q'_0 + Q_0 - q_0 - r_0}$,

so erhält man schliesslich:

6) $P = G + V_0 s_0 (1-C) + Cs_0 Q_0 B(1+2gt) - Cs_0 \left\{k(Q_0 - q_0) - ir_0\right\} \frac{1+2gt}{1+\alpha t}.$

Die partielle Differentiation dieses Ausdruckes nach t ergiebt die Gewichtszunahme, welche einer Temperaturzunahme von 1° C. entspricht, nämlich:

$$7)\ .\quad \frac{dP}{dt} = Cs_{\circ}\, Q_{\circ}\, B 2g + \frac{Cs_{\circ}}{1+\alpha t}\left\{(Q_{\circ}-q_{\circ})\,k - ir_{\circ}\right\}\left(\alpha . \frac{1+2gt}{1+\alpha t} - 2g\right)$$
$$- Cs_{\circ}\,\frac{1+2gt}{1+\alpha t}\left\{(Q_{\circ}-q_{\circ})\frac{dk}{dt} - r_{\circ}\frac{di}{dt}\right\}$$

Die partielle Differentiation nach B dagegen führt zu dem Ausdrucke für die Gewichtsänderung, welche einer Zunahme des Barometerstandes um die Längeneinheit entspricht:

$$8)\ \ldots\ldots\quad \frac{dP}{dB} = Cs_{\circ}\, Q_{\circ}\,(1+2gt).$$

Bezeichnet man mit x die scheinbare Zunahme des Barometerstandes, welcher die durch eine Temperaturzunahme von 1° hervorgerufene Gewichtszunahme entsprechen würde, so hat man:

$$\frac{dP}{dt} : \frac{dP}{dB} = x : 1$$

woraus man bei Substitution der Ausdrücke 7) und 8) erhält:

$$9)\ x = \frac{\frac{dP}{dt}}{\frac{dP}{dB}} = \frac{2Bg}{1+2gt} + \frac{1}{Q_{\circ}(1+\alpha t)(1+2gt)}\left\{(Q_{\circ}-q_{\circ})k - ir_{\circ}\right\}\left(\alpha\frac{1+2gt}{1+\alpha t} - 2g\right)$$
$$- \frac{1}{Q_{\circ}(1+\alpha t)}\left\{(Q_{\circ}-q_{\circ})\frac{dk}{dt} - r_{\circ}\frac{di}{dt}\right\}$$

In geringem Grade ist x von t abhängig. Für $t = 0$ erhält man, wenn alle Summanden, welche das sehr kleine $r_{\circ}$ als Faktor enthalten, vernachlässigt werden:

$$10)\ .\ .\quad x_{\circ} = 2Bg + \frac{Q_{\circ}-q_{\circ}}{Q_{\circ}}(E_{\circ}-K_{\circ})(\alpha - 2g) - \frac{Q_{\circ}-q_{\circ}}{Q_{\circ}}(E_{\circ}e - K_{\circ}g);$$

hierin ist k durch $E - K = E_{\circ}\,(1+et) - K_{\circ}\,(1+gt)$
und i durch $E - J = E_{\circ}\,(1+et) - J_{\circ}\,(1+gt)$

ersetzt (vergl. das Schema in Fig. 116).

Für den Winkelhebelbarographen hat man bei den gebräuchlichen Dimensionen etwa folgende Zahlenwerthe zu setzen:

$Q_{\circ} = 7{,}0$ qcm; $\quad E_{\circ} = 83$ cm
$q_{\circ} = 0{,}5$ „ $\quad K_{\circ} = 16$ „
$k = E_{\circ} - K_{\circ} = 67$ „ .

Ferner ist

$\alpha = 0{,}0001815$
$g = 0{,}0000085$
$e = 0{,}0000120.$

Demnach ergiebt sich aus 10):

$$x_{\circ} = 0{,}0129 + 0{,}1022 - 0{,}0080 = 0{,}1671 \text{ mm}.$$

Der durch Temperaturänderungen bedingte Fehler, insofern derselbe sich in einer Gewichtsänderung des Barometers bemerkbar macht, beträgt somit bei dem gewöhnlichen Barographen mit erweitertem Rohr für je 10° etwas mehr als 1 mm.

Bei dem Laufgewichtsbarographen ist bei ganz zylindrischem Rohr $Q - q = 0$, so dass sich der Ausdruck 10) reduzirt auf

11) . . $x_t = 2Bg = 0{,}0129$ mm (für 760 mm Barometerstand).

Dasselbe gilt mit grosser Annäherung, wenn ein sehr kurzer Theil des Rohres am unteren Ende verengert ist, weil alsdann die geringen Beträge des zweiten und dritten Gliedes einander nahezu aufheben.

Für 10° Temperaturänderung beträgt der Fehler also nahezu 0,13 mm. Derselbe wird durch die Vergrösserung des Querschnittes Q des Glasrohres hervorgerufen; von der Weite des Glasrohres ist er unabhängig.

Wie man sieht, bedingt besonders die auf eine kurze Strecke beschränkte Erweiterung des Rohres (der von B nur wenig verschiedene Werth von E—K im zweiten Gliede von 10) den erheblichen Temperatureinfluss bei der gebräuchlichen Form des Wagebarographen. Man kann sich davon auch ohne Rechnung leicht überzeugen, indem man sich die in der Erweiterung (Kammer) vorhandene Quecksilbermenge durch eine dünnwandige, bis über das Niveau der oberen Quecksilberfläche fortgesetzte Verlängerung des engen Rohres in zwei Theile zerlegt denkt. So lange die trennende Wand besteht, wird eine Temperatursteigerung (abgesehen von der Vergrösserung der Querschnitte) durchaus keine Gewichtsänderung des Barometers zur Folge haben können. Da sich indessen bei einer Temperatursteigerung die innere Säule weit mehr streckt, als die kurze ringförmige, welche letztere an ihrem oberen Ende umgiebt, da ferner bei jeder Form des Rohres und ungestörter Kommunikation zwischen seinen Theilen der ganze obere Querschnitt das Niveau der inneren engen Säule erreichen muss, so wird bei Zerstörung der trennenden Wand so viel Quecksilber aus dem Gefässe in das Rohr eintreten müssen, bis der ringförmige Raum bis zur Höhe der inneren Säule gefüllt ist. Dem Gewichte dieser aufsteigenden Quecksilbermenge entspricht die durch die Temperatursteigerung hervorgerufene scheinbare Vergrösserung des Barometerstandes.

Hat man diese Ursache einmal richtig erkannt, so liegt es näher, dieselbe durch die Konstruktion von vornherein auszuschliessen, als sie nachträglich durch irgend eine andere Vorrichtung zu kompensiren.

Untersuchen wir jetzt unmittelbar den Einfluss der Temperaturänderung auf die Angabe des hier in Rede stehenden Wagebarographen, d. h. auf die Bewegung des Laufrades R. Ausser den oben (Seite 235 und 237) definirten Symbolen sind noch folgende erforderlich (vergl. auch das Schema):

W das Gewicht des Wagebalkens (mit Einschluss der Gewichtsschale g),
m der Abstand des Schwerpunktes dieses Systems vom Drehungspunkte,

P' das Gewicht des Barometers für $l=0$, also bei sehr niedrigem Barometerstande,

γ der Ausdehnungskoeffizient des Metalles, aus welchem der Wagebalken gefertigt ist.

Die Gleichheit der statischen Momente auf beiden Seiten wird ausgedrückt durch:

12) . . . . $pl = PL - Wm$

oder in anderer Form:

13) . . . . . . $l = P\frac{L_0}{p}(1+\gamma t) - \frac{W}{p}m_0(1+\gamma t)$

hieraus ergiebt sich:

14) . . . . . $\frac{dl}{dt} = \frac{L_0}{p}(1+\gamma t)\frac{dP}{dt} + \frac{\gamma}{p}(PL_0 - Wm_0)$

15) . . . . $\frac{dl}{dB} = \frac{L_0}{p}(1+\gamma t)\frac{dP}{dB}$

Bezeichnet y die in Quecksilberhöhe ausgedrückte scheinbare Zunahme des Barometerstandes, welche der Temperaturzunahme von 1° entspricht, so hat man:

$$y = \frac{\frac{dl}{dt}}{\frac{dl}{dB}} = \frac{\frac{dP}{dt}}{\frac{dP}{dB}} + \frac{(P-P')\gamma}{(1+\gamma t)\frac{dP}{dB}} + \frac{(P'L_0 - Wm_0)\gamma}{L_0\,(1+\gamma t)\frac{dP}{dB}}.$$

P' ergiebt sich nach der Definition, wenn in 13) $l=0$ gesestzt wird, so dass

16) . . . . $P'L_0 - Wm_0 = 0,$

wonach also das letzte Glied von y verschwindet.

Die Differenz $P-P'$ im zweiten Gliede von y ist nach Gl. 6) zu bilden. In Folge der besonderen Konstruktion des Apparates bleiben k und i vom Barometerstande unabhängig; daher ist nur das dritte Glied in 6) zu berücksichtigen, es wird

$$P - P' = Cs_0\, Q_0\, (B-B')\,(1+2gt)$$

und der Ausdruck für y geht unter Berücksichtigung der Werthe 9) und 8) über in:

$$y = x + \frac{(B-B')\,\gamma}{1+\gamma t}.$$

Oben wurde erörtert, dass sich x für die vorliegende Form des Barometerrohres reduzirt auf

$$x = \frac{2Bg}{1+2gt} \text{ [vergl. 9) und 11)].}$$

Demnach hat man schliesslich als ganzen Temperatureinfluss auf die Angaben des Laufrades:

17) . . . . $y = \frac{2Bg}{1+2gt} + \frac{(B-B')\,\gamma}{1+\gamma t}.$

In der Nähe des Gefrierpunktes erhält man, wenn γ (für Messing) $= 0{,}000019$, $B = 76$ und $B—B' = 8$ cm (als höchster Werth) angenommen wird

$$y = 0{,}0129 + 0{,}0015 = 0{,}0144 \text{ mm}.$$

Eine Temperaturerhöhung von 10° bringt also einen Fehler in dem Sinne hervor, dass die Angaben des Apparates um höchstens 0,144 mm zu hoch ausfallen[1]).

Stark vom Barometerstande abhängig ist nur das zweite durch die Ausdehnung des Wagebalkenarmes L bedingte kleinere Glied in 17), man kann den geringen Fehler y also als konstant betrachten und mit Leichtigkeit korrigiren, oder eventuell noch eine Kompensationsvorrichtung nach dem Prinzip des Metallthermometers anbringen, falls man in der Genauigkeit überhaupt so weit gehen will.

Von Interesse ist nun noch die genaue Bestimmung der Bewegung des Laufrades oder Schreibstiftes für eine Luftdruckänderung von 1 mm:

Zu dem Ende ist $\frac{dP}{dB}$ aus 8) in 15) zu substituiren:

$$\frac{dl}{dB} = Cs_0\, Q_0 \frac{L_0}{p} (1 + 2gt)(1 + \gamma t)$$

oder, wenn für C der Werth aus 5) gesetzt wird:

$$18) \quad . \quad . \quad . \quad \frac{dl}{dB} = \frac{Q_0\, Q'_0\, L_0\, s_0}{Q'_0 + Q_0 - q_0 - r_0} \frac{1}{p} (1 + 2gt)(1 + \gamma t).$$

Hiernach ist die „Vergrösserung" des Apparates zu berechnen. Man erkennt sogleich, dass eine starke Verengerung des Glasrohres am unteren Ende, so kurz sie auch immer sein möge, den Einfluss hat, dass das Laufrad etwas kleinere Bewegungen ausführt, als wenn die Verengerung nicht vorhanden wäre. In letzterem Falle hätte man $q = Q$, demnach:

$$19) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \frac{dl}{dB} = \frac{Q'_0}{Q'_0 - r_0} Q_0 s_0 \frac{L_0}{p} (1 + 2gt)(1 + \gamma t).$$

Dieser Werth ist grösser als 18); der Grund liegt darin, dass bei verengertem Rohre der der Zunahme des Luftdrucks entsprechende Zuwachs $\triangle B$ der Niveaudifferenz theilweise in einer Verlängerung der engen leichteren Säule besteht, so dass die entsprechende Gewichtszunahme $\triangle P$ um so kleiner werden muss, je enger die untere Säule ist; diese Verlängerung ist so gross, wie das Sinken des Niveaus im Gefässe. Durch die Verengerung des Rohres wird also die „Vergrösserung" des Apparates eine Funktion der Weite des Gefässes, ohne die Verengerung ist sie davon un-

[1]) Obiger Ableitung liegt die Voraussetzung zu Grunde, dass Grösse und Stellung der Schreibtafel einem Einflusse der Temperatur nicht ausgesetzt sind; das zweite Glied tritt in Gleichung 17) insofern auf, als sich das Laufrad etwas nach links bewegen muss, wenn sich das statische Moment rechts durch Ausdehnung von L vergrössert. Werden Gerüst und Tafel aus demselben Material wie der Wagebalken gefertigt, so wird dieses zweite Glied gar nicht vorhanden sein.

abhängig. Wie indessen aus 18) ersichtlich, wird die Proportionalität zwischen der Bewegung des Laufrades und der Zunahme des Luftdruckes durch die Verengerung durchaus nicht beeinträchtigt.

Aus diesen Betrachtungen geht übrigens hervor, dass in dem oben zitirten Artikel in der Oesterr. Zeitschr. für Meteor. unnöthiger Weise auf möglichste Weite des Gefässes Gewicht gelegt wurde. Man wähle dasselbe nur so weit, dass auch bei möglichster Kürze des engen Theiles die Verengerungsstelle nicht in das Quecksilber des Gefässes gerathe.

Zum Schlusse sei darauf hingewiesen, dass sich der in Rede stehende Barograph recht gut zur Fernregistrirung eignet. Der Apparat der Empfangsstation besteht aus dem Uhrwerk, der Schreibtafel, der Stahlschraube mit Reiter und Schreibstift, dem Elektromagneten u. s. w., während der Wagebalken, das Laufrad und das Barometer fortzulassen sind. Ist nun der Elektromagnet der Empfangsstation in den Stromkreis des Barographen der Beobachtungsstation eingeschaltet, so führen beide Stahlschrauben und somit auch die Schreibstifte identische Bewegungen aus, wenn nur die beiden konischen Räder an jeder Schraube gleich gross sind. Dem Zwecke der Fernregistrirung würde demnach eine etwas abweichende Konstruktion dieser Räder besser entsprechen. Wie man sieht, kann diese Registrirung gleichzeitig an mehreren entfernten Orten geschehen.

3. Anemograph nach Beckley.

Wie andere Anemographen löst auch der Beckley'sche die beiden Aufgaben, das Verhalten des Windes sowohl nach Richtung als nach Geschwindigkeit zu registriren, und zwar ist die Aufzeichnung beider meteorologischen Elemente eine kontinuirliche. In der That besteht dieses Anemometer eigentlich aus 2 Apparaten, welche nur räumlich vereinigt sind, was den Nutzen gewährt, dass die Registrirung bei beiden durch ein und dasselbe Uhrwerk bewirkt werden kann. Die Vereinigung beider Apparate ist dadurch erreicht, dass die dem Winde ausgesetzten Aufnahmevorrichtungen konzentrisch um eine vertikale Achse gruppirt sind, und zwar in der Weise, dass die Bewegung eines Robinson'schen Schalenkreuzes durch eine vertikale solide Stange, diejenige einer zur Bestimmung der Windrichtung dienenden Windflügelvorrichtung durch einen jene Stange umgebenden Hohlzylinder zunächst auf ein Räderwerk und alsdann auf den eigentlichen Registrirapparat übertragen wird.

Betrachten wir zunächst etwas genauer die äusseren Theile der Apparate:

In Fig. 117 ist oberhalb der Flügel ein Stück *a*, unten im Räderkasten *B* ein Stück *g* desjenigen Hohlzylinders sichtbar, welcher durch Rotation um seine Längsachse die Aenderung der Windrichtung überträgt. Derselbe ruht auf drei Friktionsrollen, deren Laufbahn aus einem ringförmigen Hohlraume am oberen Ende der festen Säule *F* besteht; ein Zahnrad *r* am

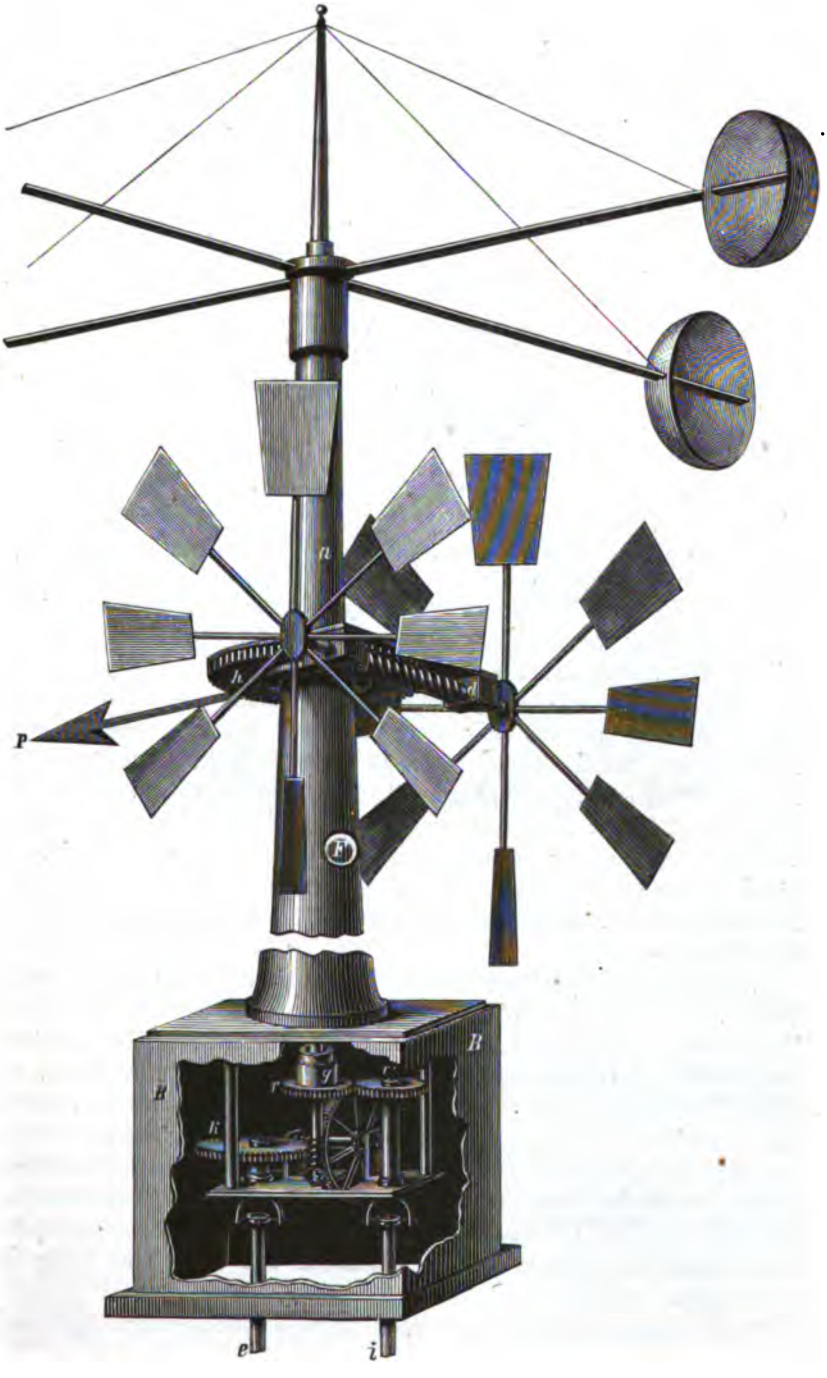


Fig. 117 (1/6 natürl. Gr.).

unteren Ende des Zylinders greift in ein Zahnrad r' ein, dessen Bewegung durch die Transmissionsstange *i* dem Registrirapparate mitgetheilt wird. Eine der jeweiligen Windrichtung entsprechende bestimmte Stellung des Zylinders und somit auch der Transmissionsstange *i* wird durch die beiden einander parallelen Flügelräder bedingt, welche — in ihrer Wirkung einander unterstützend — auf einer horizontalen, mit Schraubengewinde versehenen Achse *d* fest aufsitzen[1]). Die Achse selbst bewegt sich in Lagern, welche mit dem Hohlzylinder fest verbunden sind, während der Schraubengang im Verein mit einem, das obere Ende der Säule *F* krönenden festen Zahnkranze *h* eine Schraube ohne Ende repräsentirt, derart, dass jede Rotation der Achse *d* deren eigene tangentiale Verschiebung am Zahnkranze *h* und somit eine drehende Bewegung des Hohlzylinders zur Folge hat. Eine Drehung der Achse *d* unter dem Einflusse des Windes findet aber so lange statt, bis die Ebene der Flügelräder der Richtung des Windes parallel geworden und die Pfeilspitze *p* dem Winde zugekehrt ist. Auch bei der genau entgegengesetzten Richtung des Pfeiles würde der Wind das Flügelpaar nicht drehen können, so dass es zunächst den Anschein hat, als ob der Apparat die einander entgegengesetzten Windrichtungen nicht unterscheiden liesse. Leicht überzeugt man sich aber, dass alsdann jede geringe Abweichung der Windrichtung von derjenigen der Flügelebene nur eine die Abweichung vergrössernde Drehung der Achse *d* zur Folge hat, bis endlich die Spitze des Pfeiles dem Winde wieder zugekehrt ist, dass also das vorhandene Gleichgewicht nur ein labiles war. Während also eine Windfahne manche Bewegung ausführt, der eine ebenso grosse Drehung der Windströmung durchaus nicht entspricht, dürfte die besprochene Vorrichtung der Flügelräder im Gegentheil dem Vorwurfe einer zu grossen Trägheit ausgesetzt sein. Dessenungeachtet wird sie entschieden verdienen, der einfacheren und natürlich auch billigeren Windfahne vorgezogen zu werden, besonders da, wo es sich darum handelt, andere Vorrichtungen, z. B. Winddruckmessapparate, in die Richtung des Luftstromes zu bringen.

Das Robinson'sche Schalenkreuz sitzt fest auf einer soliden Achse, welche oben durch den Windrichtungszylinder *a*, am unteren Ende durch ein Steinlager *c* aus Achat geführt wird. Ein am unteren Ende der Achse eingeschnittener Schraubengang greift in ein Zahnrad von 100 Zähnen ein, dessen horizontale Achse ebenfalls mit einem Schraubengange versehen ist. Indem letzterer wieder ein hundertzähniges Rad *k* bewegt, dessen Rotation von einer zum Registrirapparate führenden vertikalen Transmissionsstange *e* getheilt wird, erscheint in letzterer die Rotationsgeschwindigkeit des Schalenkreuzes auf 1 Zehntausendstel reduzirt. Da nun die Schalenmitten einem Kreise von 3,33 m Umfang angehören und einer Umdrehung des

[1]) Die Neigung der Flügel gegen die Ebene des Flügelrades beträgt 30°.

Schalenkreuzes somit nach gewöhnlicher Rechnung[1]) ein Windweg von 10 m entspricht, so würde zu einer einzigen Rotation der Transmissionsstange *e* ein Windweg von 100 km erforderlich sein.

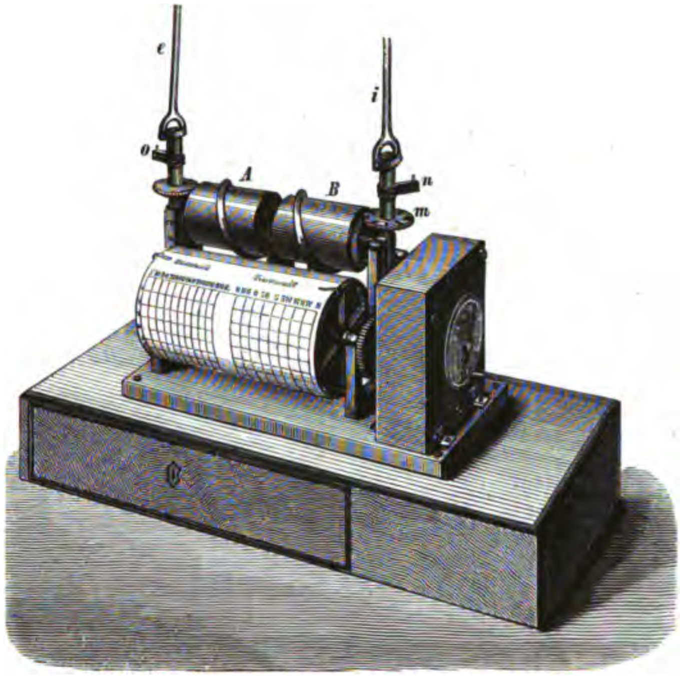


Fig. 118 (1/6 natürl. Gr.).

Im Registrirwerke (Fig. 118) endlich wird die Rotationsbewegung der beiden Transmissionsstangen *e* und *i* (mit Hülfe von Verkuppelungsvorrichtungen, bei deren Konstruktion auf die Ausdehnung durch die Wärme Rücksicht genommen ist) unverändert auf zwei ganz gleiche, aber von einander

---

[1]) Nach den von Dohrandt in Petersburg angestellten Versuchen ist indessen der gewöhnlich angewandte Faktor 3 viel zu gross. Der Faktor kann für die gewöhnlichen Dimensionen des Schalenkreuzes nach der Formel

$$B = 3{,}0133 - 53{,}7367 \frac{R^2}{r} + 1033{,}81 \frac{R^4}{r^2}$$

berechnet werden, wobei *R* den Halbmesser der Kugelschalen, *r* die Entfernung der Schalenmitten von der Drehungsachse (in Metern) bedeutet. Bei den Anemometern der Seewarte ergiebt sich hieraus $B = 2{,}396$ anstatt 3,0. Man vergl. hierüber: Dr. W. Köppen, „Notiz über die Rückführung der Anemometerangaben der Seewarte auf absolutes Mass und über das Verhältniss von Beaufort's Skala zur Windgeschwindigkeit" Zeitschr. der Oesterr. Ges. für Meteorologie, XIV Band. 302.

vollkommen unabhängige Zylinder *A* und *B* übertragen. Auf jedem derselben fungirt eine schmale, einen vollständigen Umgang einer Schraube darstellende Messingrippe als Schreibstift, indem sie nämlich mit einem einzigen Punkte einen dritten grösseren Zylinder (Trommel) berührt, welcher mit Kieselsäurepapier (sogenanntem *metallic paper*) überzogen ist. Die Papierfläche ist von vornherein mit zwei Skalen bedruckt und gewährt abgerollt den in Fig. 119 dargestellten Anblick. Wie man sieht, zerfällt der-

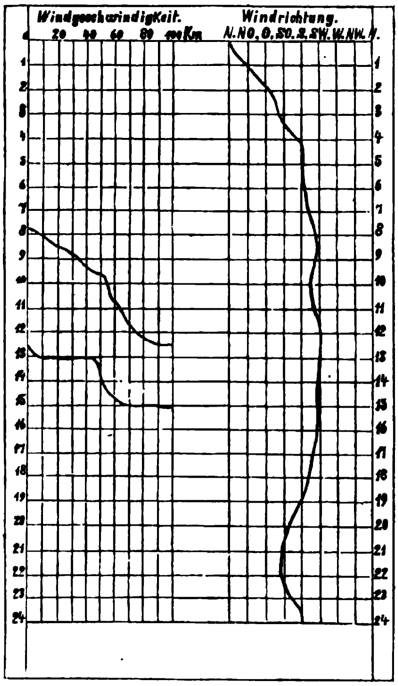


Fig. 119 (¼ natürl. Gr.).

jenige Theil der Papierfläche, welcher vermöge der Drehung der Trommel durch die Uhr in 24 Stunden an einer Seitenlinie der (unbeweglich gedachten) Zylinder *A* und *B* vorüberpassirt[1]), in 24 Abschnitte, während quer zu dieser Richtung einerseits die Windwege in Kilometern, andererseits die Windrichtungen durch äquidistante Ordinaten angegeben werden. War z. B. der zur Registrirung der Windgeschwindigkeit dienende Zylinder *A* zu Anfang eines 24 stündigen Zeitraums derartig eingestellt, dass das linke

[1]) Die ganze Drehung der Trommel geschieht in 30 Stunden, so dass die Skalen etwa ⅘ der Trommel umspannen.

Ende der Messingrippe gerade die Papierfläche berührte (und zwar in der um die Trommel herumlaufenden Linie 0), so wird nach 10000 Umdrehungen des Schalenkreuzes (100 km Windweg) eine vom linken zum rechten Rande der Skale verlaufende Spur gezeichnet sein, welche um so weniger steil abfällt, je schneller dieser Windweg zurückgelegt wurde. Links beginnt natürlich die Spur von Neuem an derselben Stelle, wo sie rechts auf den (mit „100 km“ bezeichneten) Rand der Skale gestossen ist.

Wie die Registrirung der Windrichtung von Statten geht, bedarf wohl nach dem oben Gesagten keiner Erörterung mehr. Ein ganz wesentliches Moment der hier stattfindenden Registrirung der Windgeschwindigkeit besteht darin, dass man mit Leichtigkeit im Stande ist, das Mittel der Windgeschwindigkeit für jeden beliebigen Zeitraum zu bilden.

Um unabhängig von der von vornherein gegebenen Skale die jeweilige Windrichtung am Registrirwerke beobachten bezw. die richtige Stellung des Zylinders *B* prüfen zu können, ist auch das mit der Triebstange *i* verbundene konische Rad mit einer Windrose versehen.

Um die benutzte Papierfläche durch eine neue zu ersetzen, werden die beiden Schraubenzylinder durch eine in der Figur nicht sichtbare Hebelvorrichtung ein wenig gehoben, so dass die Trommel herausgenommen und sogleich eine andere zuvor fertiggestellte eingelegt werden kann. Die richtige Einstellung der Trommel geschieht mit Hülfe eines auf ihrer Stirnfläche angebrachten Zeitkreises, und zwar durch Drehung der Trommelachse in demjenigen Zahnrade, welches die Verbindung mit der Uhr bewirkt und auf der Trommelachse mit strenger Friktion aufsitzt.

4. Anemograph zu Ventilationszwecken[1]).

Der Apparat (Fig. 120) besteht aus einer an einem Wagebalken *B* bei *a* befestigten ebenen Blechtafel *A*, welche in der Mitte des Querschnitts eines Hauptventilationskanals so angebracht ist, dass ihre Fläche senkrecht zur Richtung des durch den Kanal streichenden Luftstroms steht. Der Wagebalken *B* ruht mit seiner Mittelachse in dem Träger *M*, dieser ist an einer Röhre befestigt, welche den Fussboden des Gebäudes durchbricht und mit einem Flansche bei *F* an denselben angeschraubt ist. Der in das Zimmer hineinragende, senkrecht stehende Theil der Röhre trägt den Registrirapparat. Derselbe besteht aus der mit einer Papierskale umzogenen Trommel, welche durch ein in ihrem Inneren befindliches Uhrwerk in 24 Stunden einmal umgedreht wird. Der untere Rand der Trommel ist gezahnt und bewirkt während seines Umlaufs ein Anheben und Fallenlassen des Hebels *p*, welcher seine Bewegung durch die kleine Zugstange *d* auf

---

[1]) Vom Herausgeber eingefügt.

den um o drehbaren Winkelhebel h überträgt, der also beim Einfallen des Hebels p in eine Zahnlücke der Trommel mit seinem oberen Ende den an der Stange S befindlichen Stift trifft und hierdurch das Eindrücken einer

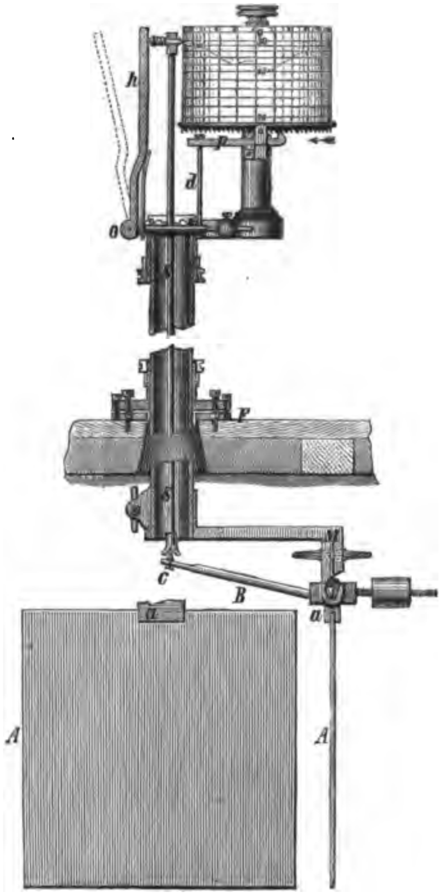


Fig. 120 (1/4 natürl. Gr.).

Marke auf die Papierskale bewirkt. Die Stange S ruht mit einem Pfannenlager auf der Endschneide c des Wagebalkens B und gleitet bei der Bewegung desselben mit sehr geringer Friktion in einem das obere Ende der Messingröhre verschliessenden Deckel.

Die Thätigkeit des Apparates vollzieht sich in folgender Weise: Durch die Luftströmung wird die Tafel A eine gegen die senkrechte Richtung ge-

neigte Stellung einnehmen und der an der Stange S befestigte Stift wird eine entsprechend tiefere Lage an der Papierskale markiren, während er bei Luftruhe mit der Nulllinie derselben koinzidirt. Der Ausschlag der Tafel bei verschiedenen Luftgeschwindigkeiten wird mit Hülfe eines Combes'schen Apparates empirisch ermittelt und hiernach die Theilung der Papierskale hergestellt. Die tiefste Linie der Skale bezeichnet die für den vorliegenden Apparat angenommene stärkste Luftgeschwindigkeit von 90 m in einer Minute. Die Theilung schreitet von 6 zu 6 m fort und wird von 24 senkrechten Linien (die Stundentheilung der Trommel) durchschnitten. Das Markiren des jeweiligen Standes der Windtafel geschieht viertelstündlich, so dass die die Trommel umgebende graphische Darstellung sich so zeigen wird, wie in der Zeichnung punktirt angedeutet ist.

Die physikalischen Unterrichtsapparate.

Berichterstatter:
Dr. W. Giese, Assistent am physikalischen Institut der Universität zu Berlin.

Die Herstellung von physikalischen Apparaten für Unterrichtszwecke hat in Berlin in den letzten Jahrzehnten durch die zunehmende Berücksichtigung der Naturkunde in unseren Schulen und durch die gesteigerte Nachfrage des Auslandes einen Umfang erreicht, dem die Vertretung in der Ausstellung nicht ganz entsprach. Reichte das gebotene Material auch aus, um eine Anschauung von der Richtung zu geben, in der sich dieser Zweig der Berliner Mechanik bewegt, so war die Ausstellung doch weit entfernt, eine vollständige Uebersicht all der mannigfaltigen Formen zu geben, die hier in neuerer Zeit für Lehrzwecke geschaffen worden sind.

Von einem für den Unterricht bestimmten Apparat wird vor allem gefordert, dass er in seinen wesentlichen Theilen der gleichzeitigen Anschauung aller Lernenden, z. B. aller Schüler einer Klasse, zugänglich sei. Während bei exakten Messungen die Apparate gegen Störungen der verschiedensten Art durch Schirme und Gehäuse nach Kräften geschützt werden, hat der experimentirende Lehrer auf diese Vorsichtsmassregeln von vornherein zu verzichten und vielmehr alles zu thun, um seinen Zuschauern das Wahrnehmen der Vorgänge am Apparat zu erleichtern. Es müssen ferner, wenn irgend möglich, die Dimensionen der Apparate so bemessen werden, dass die Einzelheiten ihrer Konstruktion durch die ganze Klasse hin mit Leichtigkeit wahrnehmbar sind. Thunlichst einfache Anordnung, Beiseitelassen mancher für exakte Messung nothwendiger Nebentheile wird schon durch ökonomische Rücksichten bedingt, geradezu geboten aber durch das beim Schüler vorauszusetzende Verständniss, welches durch Beiwerk leicht in's Schwanken kommen kann. Da Beobachtungen und Messungen, welche während des Unterrichts vorgenommen werden, stets unter Kontrole der ganzen Zuhörerschaft stattfinden sollen, man also nur Theilungen mit grossen Intervallen benutzen kann, so werden auch ganz einfach gebaute

Apparate leicht mit dem Grad von Sicherheit funktioniren, der erforderlich ist.

Angesichts so grundverschiedener Anforderungen, wie sie der Naturforscher und Techniker auf der einen, der Didaktiker auf der anderen Seite stellen, bot die Ausstellung das interessante Bild einer schon recht weit vorgeschrittenen Arbeitstheilung; nur wenige von den 60 Ausstellern der Gruppe XI brachten Apparate beider Kategorien zur Anschauung. Es kann dies im allseitigen Interesse nur als ein Fortschritt begrüsst werden, und es zeigte sich speziell an den Apparaten für Unterrichtszwecke, dass ihre Verfertiger meistentheils zielbewusst die Anforderungen zu erfüllen suchen, die soeben kurz skizzirt wurden.

Für den Unterricht in der Optik bot die Ausstellung fast gar nichts, nur einige Apparate für Doppelbrechung und Polarisation fanden sich vor, es war aber nichts neues darunter.

Auch an akustischen Apparaten, die reichhaltiger vertreten waren, wurden neue Formen nicht bemerkt, man müsste denn zu den Unterrichtsapparaten den Phonographen rechnen, wovon Pensky ein recht vollständiges Exemplar ausstellte, über welches an anderer Stelle[1]) berichtet wird.

Unter den galvanischen Apparaten fesselte das Interesse besonders ein von Ernecke ausgestelltes Galvanometer nach Bertram, (Fig. 121 a. folg. S.). Während bei der gewöhnlichen Anordnung die Platte, welche die Kreistheilung trägt, den Multiplikator und die Nadeln mehr oder weniger verdeckt, liegen hier die Windungen nach allen Seiten frei, ohne ihrerseits die unter ihnen liegende Theilung zu verdecken. Die innere Höhe des Multiplikatorrahmens ist so gross bemessen, dass die innere Nadel des astatischen Magnetenpaares ebenfalls sichtbar ist. Endlich ist Vorsorge getroffen, dass der Multiplikator entfernt und nach Bedürfniss durch einen mit andrer Windungszahl versehenen ersetzt werden kann. Zu dem Ende hat man nur die 4 Schrauben *s*, welche den Rahmen mit dem ihn tragenden Ebonitständer verbinden, etwas zu lösen und den Rahmen herauszuheben, nachdem die Drathenden frei gemacht sind. Beim Wechseln des Multiplikators braucht das Nadelsystem nicht entfernt zu werden, da der vertikale Mittelschlitz *S* des Rahmens hinten (rechts vom Beschauer aus) durchgefräst ist. Da der Durchmesser der Kreistheilung 12 cm beträgt, so sind die Bewegungen des Zeigers weit genug sichtbar, freilich für die Schüler oft nur in beträchtlicher Verkürzung, ein Uebelstand, der sich beseitigen liesse, wenn man den Nadeln, wie bei den sogenannten Tischgalvanometern, eine horizontale Drehungsachse gäbe.

Keiser & Schmidt führten ein für die Demonstration recht zweckmässig eingerichtetes Modell des Morsetelegraphen vor, bei dem die

[1]) Vergl. den Bericht des Herrn Christiani über den Phonographen im Anhang.

Haupttheile, Elektromagnet, Hebel und Leitrollen für den Papierstreifen sehr deutlich hervortraten, das Uhrwerk in angemessener Weise zurückstand.

Verhältnissmässig am vollständigsten waren die Apparate zur Demonstration der mechanischen Grundgesetze vertreten. Die erste Stelle mag



Fig. 121.

zwei von Ernecke ausgestellten Apparaten nach Bertram zur Erläuterung der Sätze vom Parallelogramm der Kräfte und von der schiefen Ebene eingeräumt werden.

Der Apparat für das Parallelogramm der Kräfte (Fig. 122) zeichnet sich durch Handlichkeit beim Experimentiren aus: Durch Drehung der Lineale *BG* und *AF* um die Punkte *B* bezw. *A* kann den Seiten des Kräftedreiecks *ABF* jedes beliebige Verhältniss zu einander gegeben werden. Nachdem die Lineale in der gewünschten Weise eingestellt sind, werden

sie von hinten her im Punkte A durch eine Schraube festgeklemmt. Die drei Fäden $ABHI$, AEK und ACL, welche bestimmt sind, an ihren Enden in Schalen die den Kräften entsprechenden Gewichte aufzunehmen, sind

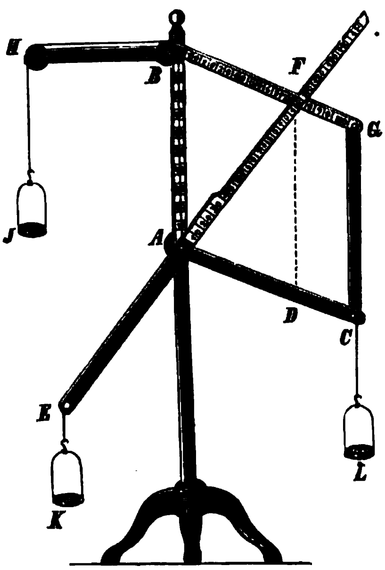


Fig. 122.

im Punkte A mit einander durch einen Messingring verbunden, der lose über einen dünnen Stift geschoben ist und so das Herabfallen der zuerst belasteten Schalen verhindert, nach Herstellung des Gleichgewichtes aber frei über dem Stift schwebt.

Bei dem Apparat für die schiefe Ebene ist, wie Fig. 123 zeigt, an Stelle der sonst üblichen Bestimmung der Neigung durch Winkelmessung eine solche durch die Seiten eines rechtwinkligen Dreiecks getreten, was der Unmittelbarkeit der Anschauung nur förderlich sein kann, da es den zeitraubenden und ablenkenden Gebrauch trigonometrischer Tafeln entbehrlich macht und den Experimentator in den Stand setzt, gleich die richtigen Gewichte aufzulegen, statt erst eine förmliche Wägung vorzunehmen. Während die gewöhnlichen schiefen Ebenen nur die Anwendung einer der Ebene parallelen Kraft gestatten, zeigt die Figur unseren Apparat in einer Anordnung, bei der die Schnur AC horizontal verläuft. Der Bügel BCD nämlich, über dessen Rolle C die Schnur läuft, ist um die Achse BD drehbar, und man kann daher bei beliebiger Richtung der Schnur beobachten. Ist sie insbesondere horizontal ausgespannt, was durch Einvisiren auf die

doppelte Theilung an der Stütze *EF* mit einiger Genauigkeit erreicht werden kann, so geben wieder die Lineartheilungen an den Seiten des rechtwinkligen Dreiecks die Verhältnisse der Gewichte an. Die Anschlagstäbchen *a*, welche den Experimentator der lästigen Nothwendigkeit überheben, bis

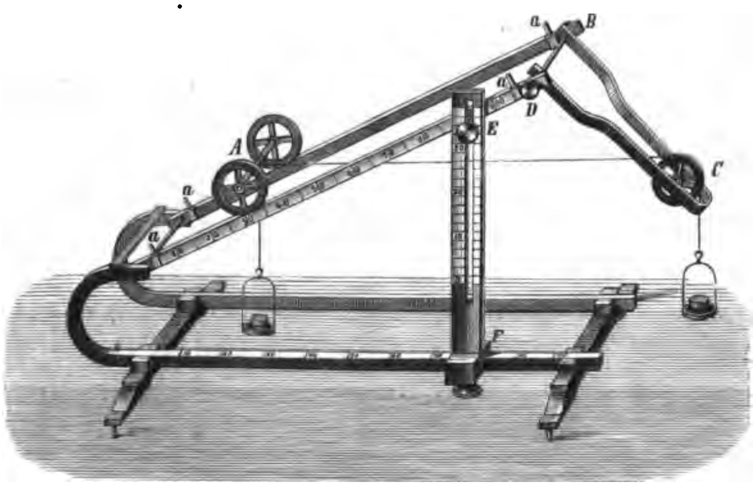


Fig. 123.

zur Herstellung völligen Gleichgewichtes den Lastträger *A* (bezw. die sonst übliche Rolle) mit einer Hand festzuhalten, sollten an keinem Apparat fehlen. Das Ersetzen der traditionellen Ebene und Rolle durch eine Doppelschiene und den immerhin etwas komplizirten Lastträger *A* dürfte den Apparat theurer machen, als es unter Beibehaltung aller sonstigen eben erwähnten Einrichtungen nöthig ist. Vielleicht würde er weitere Verbreitung finden, wenn es in Bezug auf diesen Punkt beim Alten bliebe.

Für die Lehre vom freien Fall führte Ernecke eine Atwood'sche Fallmaschine mit elektromagnetischem Schlagwerk und eben solcher Selbstauslösung vor. Fig. 124 zeigt deren oberen Theil. Beim jedesmaligen Durchgang des Pendels durch seine Ruhelage wird der Kontakt bei *C* und damit ein galvanischer Stromkreis geschlossen, dadurch der Anker des Elektromagneten *E* angezogen und die Glocke *G* zum Tönen gebracht; sie schlägt also Sekunden. Ausserdem bewegt sich mit dem Anker noch der Messingfortsatz *F*. Ist nun vor Beginn des Versuches der Apparat hergerichtet, wie es die Figur zeigt, so nimmt, wenn der Anker angezogen wird, *F* den Hebel *H*, welcher in einer kleinen Rolle endet, mit, die Platte *T* verliert ihre Unterstützung, klappt herab, wobei sie, um das Zurückschnellen zu verhindern, von einer Feder gefangen wird, und der Fall beginnt. Der

Schlüssel S dient dazu, den Strom erst dann zu schliessen, wenn der Versuch beginnen soll. Der Forderung möglichster Einfachheit entspricht diese Anordnung nicht, vielmehr dürfte die Anwendung von Hülfsmitteln aus einem so ganz fremden Gebiete die ohnehin meist knapp bemessene Zeit für den Gegenstand noch mehr verkürzen und die Aufmerksamkeit des Schülers zersplittern. Die Auslösung aus freier Hand lässt sich bei einiger Sorgfalt mit derselben Genauigkeit bewerkstelligen, mit der nachher das Zusammenfallen der beiden Schläge, das den Versuch abschliesst und das für eine Schulklasse deutlich genug hörbar ist, konstatirt werden kann. Für grössere Auditorien dagegen kann es von Nutzen sein, den immerhin schwachen Pendelschlag durch einen lauten Glockenton zu ersetzen. Dann wird es aber auch nöthig sein, das Aufschlagen des Gewichtes auf die Auffangeplatte in gleicher Weise zu markiren, wenn der Nutzen der Sekunden schlagenden Glocke nicht illusorisch werden soll.

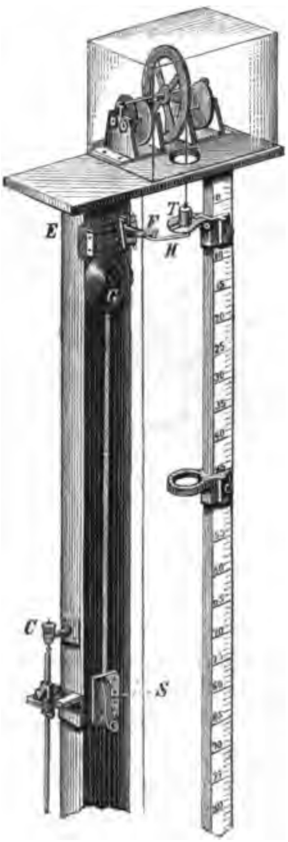


Fig. 124.

Eine Fallmaschine, bei der zwei Stromkreise benutzt werden, deren einer die Sekundenglocke zum Tönen bringt, während durch den zweiten das Aufschlagen des Gewichtes an einer anderen Glocke zur Anzeige gebracht wird, beabsichtigte Heele vorzuführen, sie ist aber nicht zur Ausstellung gekommen.

Fig. 125 (a. folg. S.) zeigt die Abbildung einer von Ernecke ausgestellten Schwungmaschine, deren Gestell in zweckmässiger Weise so eingerichtet ist, dass man die rotirenden Achsen horizontal stellen kann, wie in der Figur, oder mit Benutzung der Füsse F vertikal. Dieselbe Einrichtung hatte Rohrbeck seiner Schwungmaschine gegeben.

Einen recht instruktiven Schlussversuch zum Archimedischen Prinzip, bezw. zur Lehre von der Ausdehnung der Körper durch Wärme, gestattet eine von Gebhardt ausgestellte vernickelte messingne Hohlkugel auszuführen, deren Gewicht so justirt ist, dass sie in kaltem Wasser schwimmt, in warmem dagegen untersinkt.

Unter den hydraulischen Apparaten waren neue Formen nicht zu ver-

zeichnen. Dass Rohrbeck bei seiner kleinen hydraulischen Presse den grösseren Zylinder aus Glas hergestellt hatte, wie es bei Pumpenmodellen allgemein geschieht, liegt gewiss im Interesse des Unterrichts. Aus demselben Grunde sollte aber auch am kleineren Zylinder das Metall durch Glas ersetzt werden. In diesem Sinne ist es auch verdienstlich, das Schultze seinem Regnault'schen Hygrometer einen gläsernen Aspirator beigegeben hatte.



Fig. 125.

Gefässe, welche evakuirt werden sollen, z. B. Fallröhren oder Magdeburger Halbkugeln, pflegt man gewöhnlich auf die Luftpumpe aufzuschrauben. Ein einfacheres Verfahren wenden Gebhardt und auch Rohrbeck bei den von ihnen ausgestellten bezüglichen Nebenapparaten zur Luftpumpe an, indem sie ihnen einen hohlen, unten eben abgeschliffenen Fuss von Messing geben, mit dem man sie nur auf den Luftpumpenteller aufzusetzen braucht, um eine luftdichte Verbindung herzustellen. Da erfahrungsmässig Schliffflächen von Messing nicht lange dicht halten, weil neben jeder Schramme oder Beule eine entsprechende Aufwallung entsteht, so würden sich vielleicht Glasfüsse für den vorliegenden Zweck noch mehr empfehlen. Die Gefahr des Zerbrechens kommt bei der Leichtigkeit, mit der sie sich ersetzen lassen, kaum in Betracht, auch dürfte das Ankitten eines neuen Glasfusses kaum theurer als das Neuanschleifen einer uneben gewordenen Messingfläche sein, letzteres aber häufiger nöthig werden.

Unter den zahlreich ausgestellten Luftpumpen waren zwei, bei welchen der Kolben durch Uebertragung der Bewegung von einer kontinuirlich rotirenden Welle im Stiefel auf und nieder geschoben wird. Beide Pumpen besassen nur einen Stiefel, der dafür aber als doppeltwirkender gebaut war, so dass abwechselnd der Raum über und der unter dem Kolben mit dem Rezipienten in Verbindung kommt. Beide endlich waren Ventilluftpumpen, bei denen die Steuerung des Ventils zwischen Stiefel und Rezipienten in der gewöhnlichen Weise durch den Kolben bewirkt wurde. Die Maschinen waren von Langhoff und von Stückrath gefertigt.

Bei der Langhoff'schen Luftpumpe steht der Stiefel fest und wird die Bewegung von der Kurbel auf die Kolbenstange durch zwei Schubstangen übertragen. Der Zylinder ist 8 cm weit, 28 cm hoch und die Pumpe durch diese bedeutenden Dimensionen geeignet, grössere Rezipienten zu evakuiren.

Die Luftpumpe von Stückrath hatte einen eisernen oszillirenden

Zylinder. Fig. 126 zeigt die äussere Ansicht der Maschine, 127 (a. folg. S.) einen Schnitt durch den Zylinder, welcher mit den Zapfen L L_1 in den Lagern ruht. Die Verbindung zwischen Stiefel und Rezipienten geschieht durch den Kanal, der bei R den Zapfen L_1 durchbohrt und weiterhin (Fig. 126)



Fig. 126 (1/10 natürl. Gr.).

durch einen starken Gummischlauch. In diesem Theile wird offenbar die Pumpe weniger Garantie für Dichthalten bieten, als eine mit feststehendem Zylinder, zumal Gummischläuche mit der Zeit stets schadhaft werden. Bei H (Fig. 127), an der Stelle, wo sich der Kanal R verzweigt, sieht man einen starken Messinghahn, welcher in der gezeichneten Stellung der Luft gestattet, sowohl über als unter den Kolben zu treten. Dreht man ihn aber, nachdem die Evakuirung genügend vorgeschritten ist, um 180°, so kann die Luft aus dem Rezipienten nur noch in den Raum unter dem Kolben treten, während der obere Raum, wie es bei Anwendung des Babinet'schen Hahnes bei zweistiefeligen Pumpen der zweite Stiefel thut, die Luft aus dem schädlichen Raum unter dem Kolben durch den im Hahn punktirt gezeichneten Kanal entfernt.

Um durch möglichst festes Anlegen des Kolbens gegen die Endplatten des Zylinders den schädlichen Raum thunlichst zu vermindern, hat St. den

Kurbelhub etwa 2 mm grösser gemacht, als es die Zylinderlänge gestattet, und dann der Verbindung der Kolbenstange mit der Kurbel die in Fig. 128 dargestellte Einrichtung gegeben: A ist das Ende der Kolbenstange, B ihr Kopf,

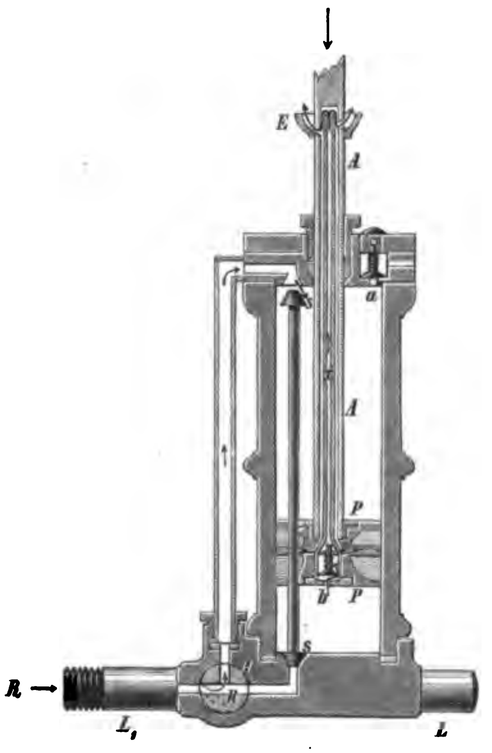


Fig. 127 (1/4 natürl. Gr.).

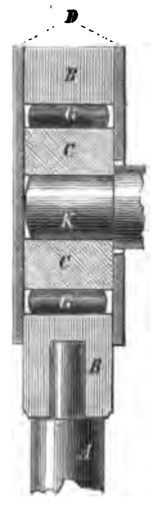


Fig. 128 (1/2 natürl. Gr.).

K der Kurbelstift, der sich in der Nuss C drehen kann und durch diese der Kolbenstange die Bewegung mittheilt. Das ganze wird durch die stählernen Schutzplatten D zusammengehalten. Da nun der Kurbelhub zu gross ist, so würde es, nachdem der Kolben bis an das Ende des Zylinders gebracht ist, nicht möglich sein, die Maschine weiterzudrehen, wenn nicht oben und unten zwischen B und C Gummipuffer G lägen. Diese geben soviel nach, dass die Kurbel weiter gedreht werden kann, und pressen zugleich den Kolben eng an die Endplatte des Zylinders.

Um den Kolben stets gut geschmiert halten zu können, ohne den Zylinder zu öffnen, hat der Verfertiger in die Achse der Kolbenstange A einen doppelten Kanal gebohrt. Durch den inneren entweicht, wie Fig. 127 unmittelbar zeigt, die Luft, durch den äusseren kann das in das Näpfchen E

gegossene Schmieröl bis zum Kolben hinabfliessen und hier von der Mitte aus durch radial gebohrte Oeffnungen an der Peripherie austreten.

Luftpumpen, wie die besprochenen, bei denen eine kontinuirliche Rotation zum Treiben des Kolbens verwendet werden kann, dürften in Zukunft, da unsere grösseren wissenschaftlichen Institute mehr und mehr in den Besitz kräftiger Motoren kommen, zunehmende Verwendung finden; es schien daher von Interesse, das in ihrer Konstruktion Geleistete eingehender zu besprechen.

Bei weitem nicht so verbreitet, als sie es wegen ihrer Billigkeit und Handlichkeit verdienten, sind die Wasserluftpumpen und Wasserstrahlgebläse. Müncke stellte davon mehrere Exemplare aus, deren wesentlichen Theil, den Injektor, Fig. 129 im Durchschnitt darstellt. Durch die Röhre *A* strömt Luft, durch *B* Wasser aus der Leitung ein, durch *C* treten beide, mechanisch mit einander gemischt, aus. Nachdem nämlich das Wasser durch die Kapsel *K* und die Oeffnung *O* geströmt ist, drängt es sich durch den engen Spalt *s* und kommt mit der Luft der Röhre *A* in Berührung, die mit nach *C* hinabgerissen wird. Da für die Wirksamkeit der Vorrichtung viel auf richtige Einstellung des Spaltes *s* ankommt, so kann *C* durch das Gewinde *g* gehoben oder gesenkt werden. Die Ueberfangschraube *U*, welche am unteren Ende von *A* verschraubt ist, umschliesst eine Lederdichtung *L*, damit das Wasser nicht unten durchdringen kann. Will man den Injektor zum Evakuiren benutzen, so hat man *A* durch einen Schlauch mit dem Rezipienten zu verbinden; soll dagegen die Vorrichtung als Gebläse benutzt werden, so fängt man das bei *C* austretende Gemisch in einem 30—50 cm hohen Gefässe auf, in dem sich Luft und Wasser wieder trennen. Durch einen Hahn im Deckel des Gefässes wird die verdichtete Luft ihrer Bestimmung zugeführt, während das Wasser unten einen Abfluss findet, der aber so zu reguliren ist, dass immer eine hinreichend hohe Wasserschicht zurückbleibt, damit nicht durch das Wasser Luft mitgerissen wird.

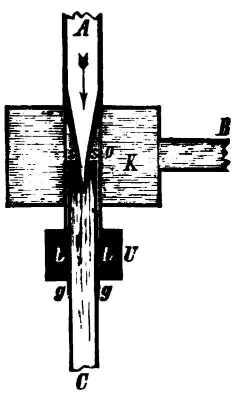


Fig. 129.

Ein kleines Gebläse einfacherer Konstruktion zeigt Fig. 130 (a. folg. S.); hier wird die Luft bei *e*, das Wasser bei *c* zugeführt. Der Injektor besteht aus einer engen Röhre, die etwas unterhalb des Schlauchansatzstückes *e* endet und das Wasser in einem Strahl von etwa 1 mm Durchmesser austreten lässt. Die Luft wird mit nach unten gerissen und kann durch den Hahn *a* weiter geleitet werden; das auf dem Boden des Gefässes *G* angesammelte Wasser steigt, da im Innern Ueberdruck herrscht, im Rohre *b* in die Höhe und fliesst durch den Gummischlauch ab. Damit dabei nicht Luftblasen mitgerissen

werden, ist das Abflussrohr bis unter die in der Figur angedeutete Blechplatte *f* geführt.

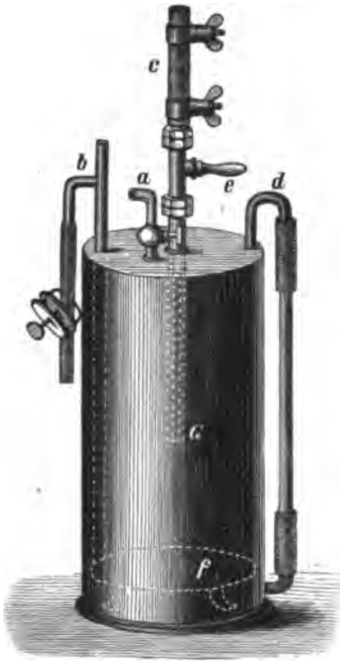


Fig. 130.

Fuess stellte einen Fühlhebelapparat zur Bestimmung der Ausdehungskoeffizienten fester Körper aus, der schon von anderer Seite an allgemein zugänglicher Stelle[1]) beschrieben ist; es soll daher auf seine Einrichtung hier nur so weit eingegangen werden, als zum Verständniss einiger für Unterrichtszwecke bestimmter Theile nöthig ist, die in jener Abhandlung nicht erwähnt sind. Der Fühlhebel *E* (Fig. 131) wird in der Nähe seines Schwerpunktes von den zwei Stahlschneiden s, s_1 gehalten, die gegen zwei Stahlplatten *m*, *n* drücken. Die Stahlplatten sind so ausgeschnitten, dass die untere Schneide s_1 gegen die obere Platte *m*, die obere Schneide *s* gegen die untere Platte *n* drückt (Vergl. die Einzelzeichnung in Fig. 132 A). Dass *n* gegen *s* wirklich anliegt, wird durch das kleine Laufgewicht *u* bewirkt, das so lange nach rechts zu schrauben ist, bis der Schwerpunkt

[1]) Glatzel, neue Versuche über die Ausdehnung von festen Körpern durch die Wärme, Pggd. Ann. 160, 497.

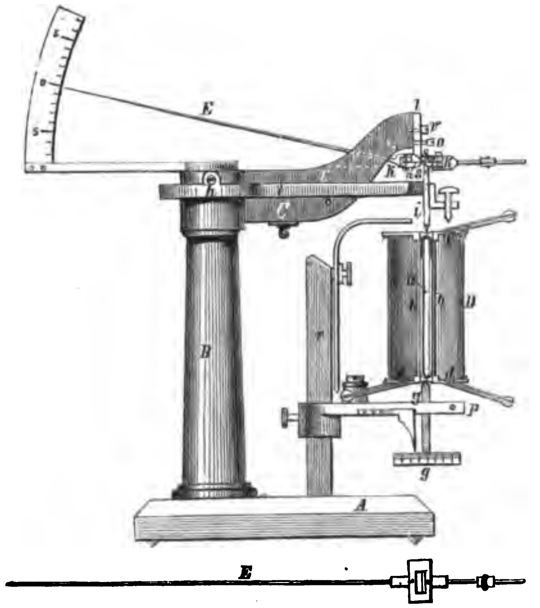


Fig. 131 (1/4 natürl. Gr.).

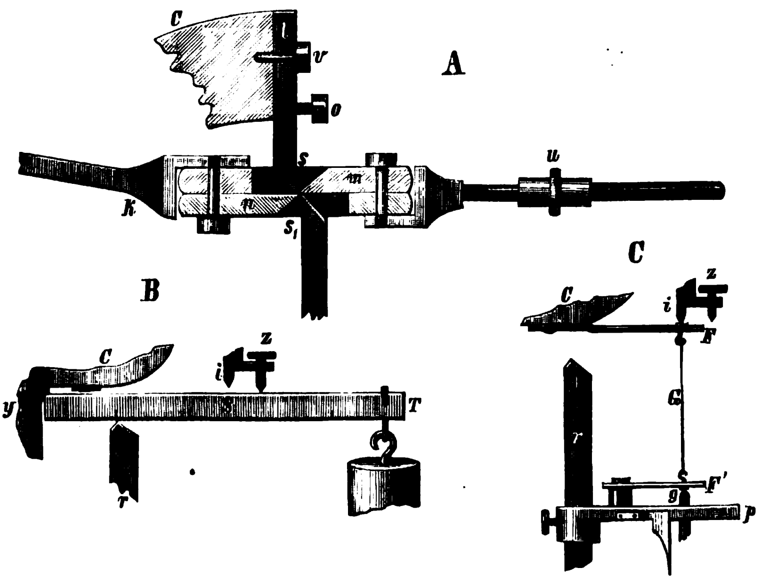


Fig. 132.

des Fühlhebels rechts von s_1 liegt. Die Schneide s kann durch 4 Schrauben o, v von denen die Figuren nur zwei zeigen, zu s_1 parallel gestellt werden, so zwar, dass, wenn der Fühlhebel nicht da wäre, bei einer Hebung des um h drehbaren Hebels i (Fig. 131) s_1 gerade an s vorbeigehen könnte. Dann wird die Spitze des Fühlhebels sich senken, wenn i gehoben wird und umgekehrt.

Zur Bestimmung von Ausdehnungskoeffizienten wird der Apparat in der in Fig. 131 dargestellten Weise hergerichtet und durch die Mikrometerschraube g der Theil D stets so eingestellt, dass E auf 0 einspielt. Das Nähere darüber findet sich in der zitirten Abhandlung.

Fig. 132 C zeigt die Einzelheiten einer Anordnung des Apparats, bei der ein frei ausgespannter Drath G der Einwirkung in die Nähe gebrachter Wärmequellen ausgesetzt wird und der Fühlhebel die entsprechende Ausdehnung des Drathes zeigt. Der Drath ist zwischen den Federn F und F' ausgespannt, die gegen den Hebel i (Fig. 131) und die Schraube g drücken. Da die untere Feder stärker ist, so kann F den Hebel i nur so weit hinaufdrücken, als die Länge des Drathes G gestattet, mithin wird der Fühlhebel seine Lage ändern, sobald G sich verlängert oder verkürzt.

Fig. 132 B zeigt die Anordnung, welche dem Apparat gegeben wird, um die Durchbiegung des Stabes S zu demonstriren, wenn er an seinem freien Ende T belastet wird. Man hat zu dem Zwecke nur die vorher benutzten Federn zur Seite zu drehen, den Stab zwischen den Säulenknauf y und die Schneide r einzuschieben und unter die Schraube z des Hebels i zu bringen.

Ueber die Empfindlichkeit des Fühlhebels lassen sich allgemein gültige Angaben nicht machen, da sie offenbar von der Entfernnng der Schneiden und der Genauigkeit ihrer Einstellung abhängt. Doch mag erwähnt werden, dass ohne besondere Sorgfalt bei dem zuletzt erwähnten Versuch mit einem Glasstab von quadratischem Querschnitt, von 8 mm Seite und 15 cm Länge für 50 g Belastung ein Ausschlag von 10 mm am Fühlhebel erhalten wurde.

Modelle von Dampfmaschinen, vollkommen für Dampfbetrieb eingerichtet, stellte in grösserer Zahl Glaue aus, darunter auch eine kleine Maschine, bei der der Kasten des Schieberventils vom Zylinder getrennt war und das Spiel des Schiebers darin durch eine Glasplatte beobachtet werden konnte. Für Privatinformation gewiss recht nützlich, war das Modell für den Schulgebrauch in seinen Dimensionen zu klein gehalten.

Die chemischen Laboratoriumsapparate.

Berichterstatter:
Dr. A. Pinner, Prof. an der Universität zu Berlin.

Von den Mechanikern und Fabrikanten, welche Apparate zu chemischen Zwecken herstellen, waren auf der Ausstellung, wenn wir von denen, welche Wagen und Gewichte, Spektral- und Polarisationsapparate u. s. w. eingeliefert hatten, absehen, nur die Firmen: Dr. Müncke, Dr. Rohrbeck und Gebhardt vertreten. Freilich waren Glas- und Porzellanapparate zu chemischen Zwecken reichlich, jedoch nicht in der Abtheilung der wissenschaftlichen Instrumente ausgestellt.

Gasbehälter hatte Gebhardt ausgestellt. Der eine, von lackirtem Zinkblech gefertigt, war 72 cm hoch und hatte 29 cm im Durchmesser, der zweite aus Glas war 44 cm hoch und hatte 18 cm im Durchmesser. Beide hatten die gebräuchliche Form, so dass ihre Beschreibung hier unterbleiben kann. Von Müncke waren Gasbehälter mit von ihm abgeänderter Konstruktion ausgestellt und zwar mit und ohne Aufsatzreservoir (vergl. Dingl. polyt. Journ. 218, 40; Fresenius, Zeitschr. für analyt. Chemie XV, 3. Heft). Das Aufsatzreservoir *A* (Fig. 133 a. folg. S.) ist getragen von vier messingnen Säulen, von denen zwei mit Hähnen versehen sind und deren eine *b*, bis fast auf den Boden reichend, als Wasserzu- und ableitungsrohr dient. (Um grössere Quantitäten Wasser in kurzer Zeit eintreten lassen zu können, besitzen die Röhren und Hahndurchbohrungen einen Durchmesser von 12 mm im Lichten.) Auf diese Säule *b* ist ein rechtwinkelig gebogenes Rohr (das Wasserrohr) angeschraubt, auf die mittlere Säule *c* aber, welche dicht unter dem Deckel des Behälters *B* abgeschnitten ist, ein längeres gerades Messingrohr (das Gasrohr), dessen oberes Ende einen aufgeschliffenen Konus mit Kugel trägt, in die eine Ausströmungsspitze mit Regulirungshahn bezw. ein kurzes Messingrohr mit Schlauchansatz rechtwinklig geschraubt werden kann. Einen unteren Tubus besitzt dieser Gasbehälter nicht.

Oeffnet man beide Hähne, schraubt das Schlauchstück in den nach allen Seiten drehbaren Konus und verbindet das Wasserrohr mit der Wasser-

leitung, so entweicht die Luft durch das Gasrohr und der Behälter füllt sich in kürzester Zeit mit Wasser. Ist die Füllung beendet und die Verbindung mit der Wasserleitung aufgehoben, so befestigt man an das Wasserrohr einen herabhängenden Kautschukschlauch, der schliesslich in das Ab-



Fig. 138.

flussreservoir der Wasserleitung münden kann, und verbindet das Schlauchstück des Gasrohres mit dem Gasentwickelungsapparat. Ein nur geringer Druck des Gases reicht hin, um durch den herabhängenden, hier die Stelle eines Hebers vertretenden Schlauch das Wasser in dem Maasse zu entfernen, als Gas in den Behälter eintritt. Der mit Gas gefüllte und wieder mit der Wasserleitung in Verbindung gesetzte Behälter ist nun zu weiteren Operationen hergerichtet. Der Konus des Gasrohres trägt entweder die Gasausströmungsspitze oder das Schlauchstück, je nachdem beabsichtigt wird, Gas durch die Spitze ausströmen zu lassen oder weiter zu leiten. Glocken und Zylinder füllt man in dem für diesen Zweck vorhandenen Aufsatzreservoir nach Entfernung des aufgeschraubten Gasrohrs.

Gasbehälter ohne Aufsatzreservoir für den Druck der Wasserleitung hatten die bekannte Konstruktion. In Stopfbüchsen sich bewegend, trägt die aufgelöthete Messingkapsel rechts das Wasserrohr, links das Gasrohr

mit aufschraubbarer Ausströmungsspitze. Die Stopfbüchsen ermöglichen die Reinigung des Behälters und gestatten bei dichtem Verschluss eine allseitige Bewegung. Das Arbeiten mit diesem Gasometer geschieht in der Weise, dass man in den mit Gas gefüllten Behälter, durch Verbindung des Wasserrohrs mit der Wasserleitung mittels eines Gummischlauchs und Oeffnen der Hähne, in beliebiger Stärke Wasser einströmen lässt, wodurch das Gas in demselben Maasse ausströmt und weiter geleitet werden kann.

In reichlicher Zahl waren Bunsen'sche Gaslampen (für nichtleuchtende Gasflammen), sowohl einstrahlige als mehrstrahlige, einfachster Konstruktion und mit Regulirung für Gas und für Luftzufluss, vertreten. Zum Entleuchten der Flamme kohlenwasserstoffreicher Gase hat Müncke an den gewöhnlichen Gaslampen eine Aenderung in der Weise angebracht, dass die Hülse in vertikaler Richtung mit einiger Reibung verschiebbar ist. Die Beschreibung dieser Lampe soll deshalb etwas eingehender gegeben werden.

In den Zapfen des runden, gusseisernen Fusses (Fig. 134 A) von 65 mm Durchmesser ist seitlich das Schlauchstück für die Gaszuleitung, oben die

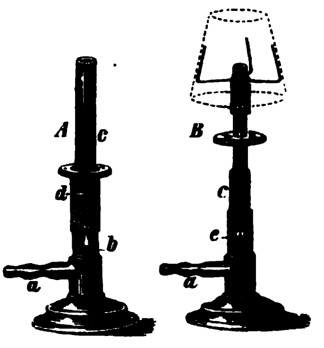


Fig. 134.

Gasausströmungsspitze eingeschraubt; letztere ist 18 mm lang, konisch und mit einer einfachen, runden, 1 mm weiten Ausströmungsöffnung versehen. Der obere Röhrentheil der Lampe besteht aus zwei aufschraubbaren Theilen, von denen der untere *b* 30 mm lang und 18 mm weit ist und vier gleich grosse und gleich weit entfernt stehende, 13 mm lange und 8 mm weite Luftöffnungen trägt. Der obere Röhrentheil *c* besitzt bei einer Länge von 85 mm einen lichten Durchmesser von 12 mm. Ueber den unteren, weiteren Zylinder *b* lässt sich eine Hülse *d* von gleicher Länge schieben, die durch ihre verschiedene Stellung gegen die vier Luftöffnungen die Zuströmung der Luft bequem zu reguliren gestattet.

Von diesen Lampen waren nicht nur einflammige, sondern auch mehr-

flammige, mit und ohne Gasregulirungshahn am Schlauchstück, sowie ganze Reihen für Verbrennungsöfen (vergl. S. 268) ausgestellt.

Eine andere Abänderung der gewöhnlichen Lampen ist bei der in Fig. 134 B gezeichneten Lampe von Müncke angebracht worden. Die Konstruktion dieser Gaslampe beruht darauf, dass die Brennröhre *c* gegen die grosse, konisch geformte Ausströmungsspitze *e* in verschiedener Höhe eingestellt werden kann. Bei dem niedrigsten Stand der Röhre ist die Luft vollständig abgeschlossen; die Flamme leuchtet daher. Entfernt man jedoch allmählich die Spitze aus dieser Stellung, was man durch Verschrauben erreichen kann, so vergrössert sich mit der Entfernung auch der Luftzutritt.

Durch diese Konstruktion kann die Luft gleichmässig von allen Seiten in das Brennrohr gelangen, ferner können grössere Mengen Luft zugeführt werden, um erforderlichen Falles auch kohlenwasserstoffreichere Leuchtgase mit blauer Flamme zu verbrennen.

Auch solche Lampen, welche mit komprimirter Luft gespeist werden, die sog. Gebläselampen, waren in reichlicher Zahl vertreten. Von neueren Konstruktionen ist eine Lampe zu erwähnen, bei welcher an Stelle der beiden sonst üblichen Hähne für Regulirung der Luft- und Gaszuströmung zwei einfache Schraubenhähne mit scharfem, mittelfeinem Gewinde treten, deren konisch abgedrehte Enden in gleichgeformte Lager passen und so den Verschluss nach dem Inneren der Lampe herstellen. Da beide Zuströmungstheile gleich geformt sind, so sind die Schraubenköpfe mit dem Buchstaben *L* (Luft) und *G* (Gas) versehen. Das Schraubengewinde ist mit geschmolzenem Kautschuk bestrichen, um auch nach aussenhin einen vollständigen Abschluss sicher zu bewirken. Durch Drehen der Schraubenköpfe ist man in den Stand gesetzt, beide Zuströmungen sehr bequem und sicher derartig zu reguliren, dass selbst die kleinste Gebläseflamme sofort hergestellt werden kann. Ein Universalgelenk gestattet, der Lampe jede beliebige Stellung zu geben. Die Lampe ist von oxydirtem Messing hergestellt. (Dingl. polyt. Journ. 231, 265.)

Als besondere Gattung von Gaslampen waren vertreten die sog. Universalgaslampe und die Kalklichtlampe von R. Müncke. Die erstere wird hergestellt durch Kombination verschiedener Aufsätze, Dreifüsse und Träger. Eine Hülse gestattet gleichzeitige Luft- und Gasregulirung, so dass sowohl die kleinste Flamme, ohne ein Zurückschlagen befürchten zu müssen, als auch die schwach leuchtende Reduktionsflamme benutzt werden kann. Ferner soll diese Lampe zum Erhitzen von Glasröhren, bei denen es erwünscht ist, eine längere Strecke gleichmässig zu erwärmen, dienen, vermittels eines Kronen- und eines Siebbrenners gestattet sie eine beliebige Vertheilung der Flamme, ermöglicht durch den Dreifuss und Schalenträger die Anbringung von Schalen aller Art, Drathnetzen, Drathdreiecken u. s. w. und gewährt durch einen gekrümmten Brenner den Vortheil, schmelzende Substanzen nicht in die Brennröhre fliessen zu lassen; sie dient vermittels

des aufschraubbaren Sternes als Träger für Schornsteine und Porzellanteller, verhindert das Eindringen von zerstörenden Flüssigkeiten in die Gasausströmungsspitze und wird durch den Dreifuss bezw. Schalenträger in einen Gaskochapparat verwandelt, der den Vortheil gewährt, den Brenner mit Dreifuss und Abdampfschale gleichzeitig transloziren zu können.

Die Kalklichtlampe zur Erzeugung einer intensiven Lichtquelle von R. Müncke wird in Fig. 135 dargestellt. Der Zapfen des runden oder vier-

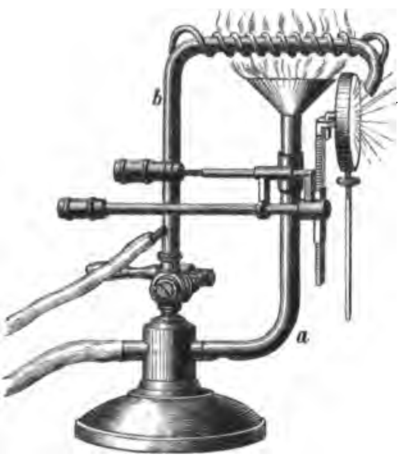


Fig. 135.

eckigen gusseisernen Fusses trägt in horizontaler Bohrung die gekrümmte Gaslampe *a* mit dem Schlauchstück für die Gaszuleitung, in senkrechter Bohrung das Gasgebläserohr *b* mit Regulirhahn. Die zur Erhitzung der Spiralröhre bestimmte Gaslampe besitzt mit Fuss eine Höhe von etwa 190 mm; sie ist mit dem verstellbaren Flachbrenneraufsatz versehen, welcher mit seiner 50 mm langen und 2,5 mm weiten Oeffnung die Spiralröhre in möglichst vielen Punkten in kurzer Zeit bis zum Rothglühen erhitzt. Das rechtwinklig gebogene Gasgebläserohr, an dessen unterem Ende das Schlauchstück für die Zuleitung der Gebläseluft sich befindet, ist in seinem senkrechten Theile 150 mm lang; der horizontale, 120 mm lange Theil mit der vernickelten, spiralförmig gewundenen Luftröhre ist ungefähr 20 mm von dem Flachbrenner entfernt und endigt nach vorn in dem bogenförmig nach unten gekrümmten Theil mit der Ausströmungsöffnung.

Ueber das Brennerrohr der Gaslampe lässt sich eine federnde Hülse schieben, die durch eine Schraube fest an dasselbe gezogen werden kann; sie trägt eine 7 mm tiefe, runde, um ihren Mittelpunkt drehbare Messingkapsel von 35 mm Durchmesser, die zur Aufnahme der Kalkscheibe dient.

Ein gut schliessender Deckel gestattet die Kalkscheibe längere Zeit brauchbar zu erhalten. Die Messingkapsel kann mittels Zahnstange und Trieb sowohl auf- und abwärts, als auch durch eine dreigängige Schraubenspindel in horizontaler Richtung vor- und rückwärts bewegt werden; ihre Bewegungen lassen sich durch verlängerte Führungen im Rücken der Lampe, von der hohen Temperatur des Lampenkopfes ungehindert, bequem ausführen. Da bei längerer Thätigkeit der Lampe auch die Führungen erwärmt werden, so sind die Handhaben derselben aus hartem Holz (Grenadillholz) hergestellt.

Die Lampe ist in Thätigkeit zu setzen, sobald das spiralförmig gewundene Luftrohr oberhalb der Gaslampe rothglühend geworden ist. Bei diesem Zeitpunkte öffnet man den Gasregulirhahn, lässt komprimirte Luft zutreten und regulirt die Flamme so, dass dieselbe mit ihrer Spitze die Kalkscheibe trifft. Durch die horizontale und vertikale Bewegung der Messingkapsel ist es leicht, die richtige Stellung herauszufinden, bei welcher die Kalkscheibe das intensivste Licht ausstrahlt.

Für Beleuchtungszwecke, bei denen es nur auf Lichtintensität ankommt, bedient man sich einfacher Kalkscheiben, welche, zur Messingkapsel passend, aus frisch gebranntem Kalk geschnitten werden. Soll jedoch die Lampe auch chemische Wirkung hervorbringen, so empfiehlt es sich, die Kapsel mit angefeuchteter Chamottemasse zu füllen und in derselben stabförmige Stückchen von gebranntem Magnesit zu befestigen, wie solche beim Zerbrechen von gebrannten Magnesitstücken abfallen. Ein solches glühendes Magnesitstäbchen erzeugt eine sehr weisse und chemisch wirksamere Flamme als die Kalkscheibe.

Um geschnittene Kalkscheiben unbegrenzte Zeit vorräthig zu halten, wickelt man sorgfältig jede Scheibe in Stanniol und taucht sie in wenig über den Schmelzpunkt erhitztes Paraffin. Nach dem Erkalten bewahrt man die Scheiben in einem verschliessbaren Glase auf, in welchem sie sich lange Zeit unverändert halten.

Verbrennungsöfen für die organische Analyse waren reichlich von allen drei Firmen ausgestellt worden. In der Mehrzahl waren die Lampen mit Luftregulirungshülsen versehen, welche entweder durch Schlüssel oder, was einfacher und praktischer erscheint, durch etwa 5 cm lange angenietete Metallstifte leicht gedreht werden können.

Ausser diesen in ihrer Konstruktion bekannten Oefen hatte Müncke einen zerlegbaren Verbrennungsofen ausgestellt, dessen Konstruktion aus Fig. 136 leicht ersichtlich ist.

Stative von Eisen mit Ringen und Klemmen, zum Tragen und Befestigen der verschiedenen Apparate, namentlich die sog. Universalstative d. h. solche, die mit einer grossen Reihe von Ringen und Klemmen in verschiedener Grösse armirt sind, fanden sich in der Abtheilung zahlreich vertreten.

Erwähnt mag hier eine Abänderung der gewöhnlichen Klemmen werden, welche von Müncke angegeben worden ist. Abweichend von den gewöhnlichen Klemmen, deren beweglicher Balken sich mittels Gelenk

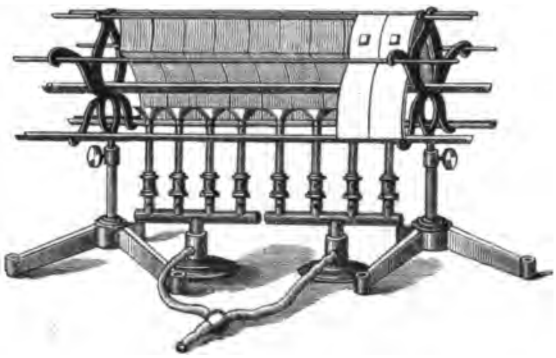


Fig. 136.

öffnet, besitzen diese Klemmen eine einfache Vorrichtung, um den beweglichen Backen dem feststehenden gegenüber in allen seinen Theilen gleichmässig zu entfernen oder zu nähern.

Der feste, zweigablige Backen *A A'* (Fig. 137) trägt auf dem Rücken des Verbindungstückes oder in geringer Entfernung von demselben einen

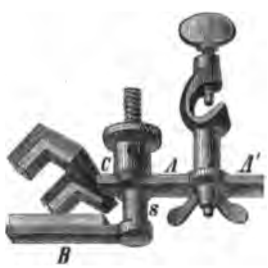


Fig. 137.

zylindrischen Ansatz *C*, der zur Führung des einfachen beweglichen Backens dient; der vierkantige Stab des letzteren ist an seinem vorderen Theile, um beschleunigtere Bewegung zu bewirken, mit dreigängigem Gewinde versehen. Die Schraubenmutter wird auf bekannte Weise durch eine kleine Schraube in dem zylindrischen Ansatz festgehalten. Der bewegliche Backen ist entweder gestreckt oder ebenfalls wie der feste winkelförmig gebogen; bei den grösseren Klemmen ist derselbe um sich selbst beweglich, damit

konische Gegenstände sich fester anschliessen können. Die Konstruktion der Doppelklemme ist aus der Figur ersichtlich; sie ist mit der Vorrichtung für horizontale und vertikale Stellungen versehen.

Filtrirstative zum Tragen der Trichter waren sowohl in einfachster Form aus Holz, als auch in eleganterer Form von Metall (eisernem Fuss, vernickeltem Messingstab und mit Porzellaneinsätzen versehenen, messingnen Ringen) vertreten.

Bürettenstative zum Halten von Büretten waren in reichlicher Zahl, namentlich von Rohrbeck ausgestellt worden, sowohl solche, welche 1 oder 2, als auch andere, die 4, 6 bis 8 Büretten zu halten bestimmt sind. Namentlich bei diesen Stativen bestanden die eigentlichen Halter aus einer Klemme mit einem geraden und einem rechtwinklig gebogenen Backen.

Eine Veränderung an diesem Halter ist von Müncke angebracht worden, indem er statt der einfachen Klemme eine Doppelklemme verwendet, die die Bürette in ihrer jeweiligen Stellung unveränderlich fest zu halten bestimmt ist. Der von starkem Blech gefertigte Doppelarm trägt an jeder Seite einen festen Bügel mit horizontalen Armen und gekrümmten Enden. Auf jeden dieser zwei Bügel passend ist ein eben solcher gefertigt, dessen Enden jedoch gerade sind; diese geraden Bügel werden durch zwei einfache Stifte in den horizontalen Armen und durch einen in der Mitte des Bügels befindlichen, mit Gewinde versehenen Stift geführt. Auf jedem dieser Stifte lässt sich eine Flügelmutter bewegen, die, durch kleine Stiftchen in die Nuth einer auf den Bügel festgelötheten Platte eingreifend, derartig mit dem Bügel in Verbindung steht, dass dieser den Vor- und Rückwärtsbewegungen der Flügelmutter Folge leistet; mit der Flügelmutter nähert oder entfernt sich daher der bewegliche Bügel und gestattet so die Büretten fast in senkrechter Stellung zu halten und dieselben leicht zu entfernen. Durch die gekrümmten Enden der festen Doppelarme ist die ganze Länge der Theilung freigelegt und das Festhalten weiter und enger Büretten ermöglicht.

Die Doppelklemme ist in ihrer Mitte an den kurzen Stab einer offenen Muffe festgeschraubt, um in verschiedener Höhe am Stative befestigt zu werden.

Trockenschränke, d. h. mit Thüren versehene Kästen, die entweder einwandig konstruirt sind und durch Erhitzen des Bodens eine Erhitzung des Innenraumes bis zu jeder beliebigen Temperatur gestatten, oder doppelwandige, deren Raum zwischen den Doppelwänden mit zum Kochen zu erhitzendem Wasser angefüllt ist, wodurch eine Erwärmung des Innenraumes auf 90 bis 95° möglich wird, waren namentlich seitens der Firmen Rohrbeck und Müncke reichlich ausgestellt worden. Ausserdem hatten beide Fabrikanten noch Schränke verbesserter Konstruktion zur Ansicht gebracht.

Der Apparat von Rohrbeck (Fig. 138), aus Kupferblech angefertigt,

trägt zunächst ein Wasserstandsrohr *w*, einen in der Figur von der Thür bedeckten Abflusshahn und eine Oeffnung *b* zum Füllen des Doppelwandzwischenraums mit Wasser. Die gut schliessenden Thüren des Schrankes sind doppelwandig und dienen zur Aufnahme von Chlorcalcium. Die Vorder-

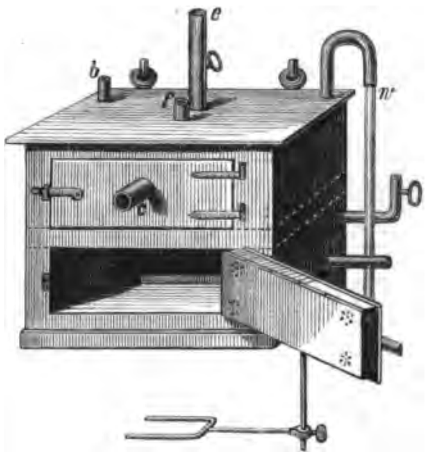


Fig. 138.

wand der Thür trägt die Oeffnung *c*, während die hintere Wand mit einer grösseren Zahl kleiner, siebartiger Löcher versehen ist. Ausserdem besitzt der Schrank an der Decke die beiden durch die Doppelwand hindurchgehenden Oeffnungen *e* und *f*, von denen *e* zur Regulirung des Luftzuges, *f* zur Aufnahme eines Thermometers dient.

Wird der Apparat (natürlich bei geschlossenen Thüren) geheizt, so findet eine Luftzirkulation statt, die Luft tritt durch den Tubus *c* in den Zwischenraum zwischen den beiden Thürwandungen, wird hier durch das Chlorcalcium getrocknet, tritt durch die kleinen Siebe in das Innere des Schrankes und strömt durch *e* ab.

Es war ein solcher einthüriger Schrank ausgestellt, bei welchem die Dimensionen waren

aussen:	Höhe 22,5 cm,	Breite 20 cm,	Länge 29 cm,
innen:	„ 17,5 „ ,	„ 17,5 „ ,	„ 23,5 „ ,

ferner ein zweithüriger Schrank, bei welchem noch die Mitte eine doppelwandige Scheidewand trug, sodass das heisse Wasser auch durch diese zirkuliren kann. Die Höhe des Schrankes war 24 cm, die Breite 19 cm, die Länge 27 cm.

Müncke hatte einen mit Dampfinjektor verbundenen Trockenapparat ausgestellt, welcher in stärkerem Maasse trockene Luft durchzu-

saugen und ausserdem diese Luft vorher zu erhitzen bestimmt ist, dessen äussere Ansicht Fig. 139, dessen inneren Theile Fig. 140 darstellen.

Der Kessel des Apparats ist nicht von dem Apparat getrennt, sondern mit ihm eng verbunden. Er besitzt die Gestalt eines rektangulären Kastens.



Fig. 189.

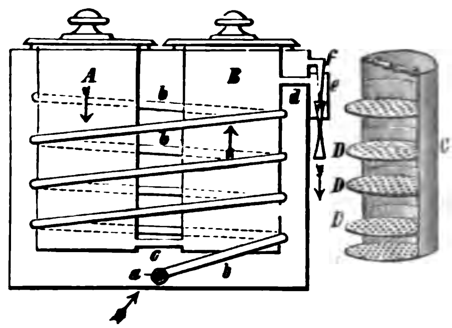


Fig. 140.

Im inneren Raum des Kastens sind zwei zylinderförmige, gleich grosse Räume A und B angebracht, die allseitig von Wasser bezw. Dampf umgeben sind und um welche gemeinschaftlich ein Bleirohr b mehrfach spiralig gewunden ist. Dieses Rohr nimmt in der Mitte der Vorderwand des ganzen Apparats am Boden (bei a) seinen Anfang, ist hier mit Hahn und Schlauchstück versehen und kommunizirt am oberen Rande des Zylinders A mit diesem; unten am Boden ist A mit B durch ein Rohr c verbunden, und vom oberen Rande des zweiten Zylinders führt ein Rohr d in den Kasten eines an der Seitenwand angebrachten Injektors e, dessen Saugrohr f mit dem Dampfraum des Apparates in Verbindung steht.

Auf der oberen Fläche des Kastens (Fig. 139) befindet sich ein Thermometer T und eine Vorrichtung V zum Nachfüllen von Wasser. Beide Zylinder sind durch aufgeschliffene Metallplatten luftdicht verschlossen und

mit Einsätzen *C* versehen, die in verschiedener Entfernung siebartige Einlagen *D* (Fig. 140) für die zu trocknende Substanz aufnehmen können. Ein Wasserstandsrohr mit Ablasshahn vervollständigt den Apparat, der von einem eisernen Gestell getragen wird.

Ist das Wasser im Apparat so weit erwärmt, dass es sich in Dampf verwandelt, so muss der gebildete Dampf, um aus dem Apparat entweichen zu können, den Injektor in Thätigkeit setzen, es wird daher bei geöffnetem Hahn Luft in das Röhrensystem gesaugt, diese in demselben erwärmt, durch den Zylinder *A* über die zu trocknenden Substanzen von oben nach unten, im Zylinder *B* von unten nach oben geleitet und die so mit Wasserdämpfen beladene Luft durch die saugende Kraft des Injektors entfernt, so lange Dampf sich entwickelt. Der Apparat, der nur geringe Dimensionen besitzt, gestattet daher Niederschläge durch kontinuirlich wirkenden, warmen Luftstrom in kurzer Zeit bei Temperaturen unterhalb 100° C. zu trocknen.

Auch Wasserbäder waren in reichlicher Zahl auf der Ausstellung vertreten. Eine freilich etwas komplizirte Vorrichtung, ein Wasserbad mit konstantem Niveau, hatte ebenfalls Müncke ausgestellt.

Nahe am Boden des gusseisernen, emaillirten Gefässes *A* (Fig. 141) ist der Ring *R*, vermittels dessen das Gefäss auf dem Dreifuss *D* ruht, und

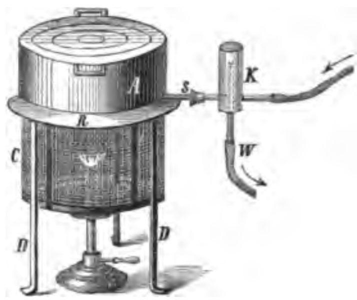


Fig. 141.

oberhalb desselben eine kurze Röhre *s* angegossen, an welche die Vorrichtung zur Erhaltung eines bestimmten Niveaus geschraubt ist. Diese Vorrichtung besteht aus einem messingnen Kreuzstück *K*, in welchem das Wasserabflussrohr *W* beliebig hoch eingestellt werden kann, je nachdem man ununterbrochen eine geringere oder grössere Wassermenge kochend erhalten will. Für die Destillation von leicht flüchtigen, feuergefährlichen Flüssigkeiten ist zur grösseren Sicherheit ein Zylinder *C* von feinem Messingdrathnetz angebracht, dessen Boden eine Oeffnung zur Durchführung der Gaslampe

trägt und dessen oberer umgebogener Rand zum Einhängen in den Dreifuss dient. Durch diesen Drathzylinder wird die Flamme derartig abgeschlossen, dass bei eintretendem Bersten des Kolbens die Aetherdämpfe ausserhalb des Zylinders nicht entzündet werden.

Zum Schluss mögen hier noch einige Apparate beschrieben werden, welche nur von je einem der Aussteller vorgeführt worden sind.

Von Dr. Petri und R. Müncke war ein Apparat zur volumetrischen Bestimmung des Wassers in der Milch (D. R. P. Nr. 14077) ausgestellt. Die Bestimmung erfolgt durch Abdestilliren einer genau gemessenen Quantität Milch und Bestimmen der Quantität des abdestillirten Wassers. Das Abdestilliren der Milch geschieht mit Anwendung eines Vakuumapparates *A*. Fig. 142 ist ein aus Blech gefertigter, durch eine Weingeistlampe geheizter Wasserbehälter, welcher durch das Verbindungsrohr *a* (geschlossen durch den Quetschhahn *a'*) Dämpfe in den im Dampfraum befindlichen Glaskolben *B* gelangen lässt.



Fig. 142.

B ist der Milchverdampfer; derselbe steht durch das Rohr *b* mit der Bürette *c* in Verbindung, welche die zu prüfende Milch enthält. *D* ist ein mit der gleichen Theilung wie *c* versehener Behälter, welcher durch *d* mit *B* kommunizirt. Dieser Messbehälter ist mit einem Gefäss umgeben, durch welches man kaltes Wasser zirkuliren lassen kann. Der Wasserzufluss befindet sich bei *e*, der Wasserabfluss bei *f*. Die Handhabung des Apparates ist folgende:

Es wird in den leeren Kolben *B* so lange Dampf aus *A* geleitet, bis aus *B* und *D* die Luft verdrängt ist und der Dampf aus der unteren Oeffnung von *D* austritt. Alsdann schliesst man vermittels zweier Quetschhähne die untere Oeffnung von *D* sowie das Verbindungsrohr *a* und zieht den zugeklemmten Schlauch von dem oberen Ende des Verbindungsrohres ab. Jetzt lässt man kaltes Wasser im Kühlgefäss um *D* zirkuliren. Der im Destillationsapparat befindliche Wasserdampf kondensirt sich sofort im unteren Theil des Vorlagerohres *D*; das Volumen wird abgelesen. Durch Oeffnen der Gashahnbürette *c* lässt man alsdann das in der Bürette befindliche, abgemessene Quantum Milch in *B* abfliessen. Das in der Milch enthaltene Wasser destillirt sofort nach *D* über und in *B* verbleibt die Trockensubstanz. Die Menge der in *D* kondensirten Flüssigkeit, nach Abzug des vor dem Einlassen der Milch gefundenen Kondensationswassers, ergiebt jetzt den Wassergehalt der Milch in Volumenprozenten.

Orsat's Apparat zur Bestimmung der drei in den Rauchgasen enthaltenen Gase Kohlensäure, Kohlenoxyd und Sauerstoff war von Rohrbeck ausgestellt. Der Apparat (Fig. 143) be-

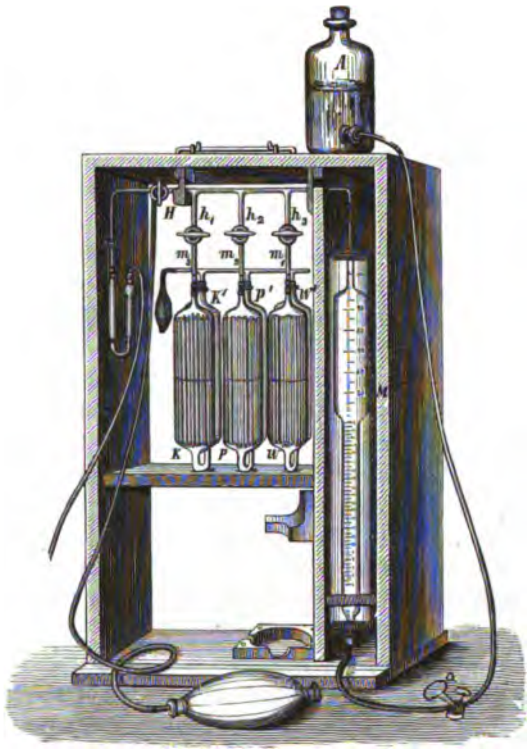


Fig. 143.

steht aus einer 100 ccm fassenden Glasbürette *M*, die bis zu 25 bezw. 40 ccm in $^1/_5$, von da an bis 100 ccm in $^1/_1$ ccm getheilt ist, sowie aus drei zur Vergrösserung der Oberfläche mit Glasstäben gefüllten Absorptionsgefässen *K*, *P*, *W*. Diese stehen mit den drei als Reservoir für die Absorptionsflüssigkeiten dienenden, im Uebrigen gleichgeformten drei Gefässen *K'*, *P'*, *W'* durch U-förmige Röhren in Verbindung, während sie oben in einem aus Britanniametall, Bronze oder Glas gefertigten Rohr (Hauptrohr) münden. Durch im Hauptrohr angebrachte Hähne können die bezüglichen Absorptionsgefässe mit der Bürette *M* in Verbindung gesetzt oder von derselben abgeschlossen werden. Die Bürette, welche zur Vermeidung von Temperatureinflüssen auf das in dieselbe zu saugende Gas mit einem mit Wasser gefüllten Glasmantel umgeben ist, kommunizirt ihrerseits wieder

an ihrem unteren Ende mit einer durch Gummischlauch mit ihr verbundenen Wasserflasche *A*.

Hebt man die mit Wasser gefüllte Flasche und öffnet den das Gummirohr verschliessenden Quetschhahn α, so fliesst das Wasser von unten in die Bürette *M* und treibt die in ihr befindliche Luft in das Hauptrohr. Von hier gelangt dieselbe je nach der Stellung der Hähne h_1, h_2, h_3 entweder in die betreffenden Absorptionsgefässe *K*, *P*, *W* oder, wenn der am Hauptrohr angebrachte Hahn *H* geöffnet ist, in die Atmosphäre.

Die drei als Reservoire für die Absorptionsflüssigkeiten dienenden Gefässe sind etwa zur Hälfte gefüllt, und zwar *W'* mit Natronlauge zur Absorption der Kohlensäure, *P'* mit pyrogallussaurem Natron zur Absorption des Sauerstoffs und *K'* mit ammoniakalischer Kupferchlorürlösung, sie stehen nicht mit der Atmosphäre, sondern nur mit dem in einen schlaffen Gummiballon endenden Rohr in Verbindung, wodurch sie vor schnellem Verderben geschützt sind. Der ganze Apparat befindet sich zur grösseren Sicherheit der einzelnen Theile und zur leichteren Handhabung in einem Holzkasten.

Das Arbeiten mit dem Apparate geschieht in folgender Weise:

Man hebt die Gasflasche *A* auf den Deckel des Holzkastens und lässt nach dem Oeffnen des Quetschhahns α und des Hahnes *H* so viel Wasser in die Bürette *M* laufen, dass letztere bis zum Theilstrich 100 gefüllt ist, schliesst den Hahn *H* und öffnet Hahn h_3 des ersten Absorptionsgefässes, während man die Wasserflasche *A* soweit senkt, dass das Wasser aus der Bürette *M* ausfliessen kann. Durch die entstehende Luftverdünnung wird die Natronlauge aus Gefäss *W'* in das Gefäss *W* gesogen. Sobald die Natronlauge bis zur Marke m_1 gestiegen ist, wird Hahn h_3 geschlossen. In gleicher Weise werden die Gefässe *K* und *P* bis zur Marke m_2 bezw. m_3 gefüllt. Darauf wird nochmals die Bürette bis zum Theilstrich 100 mit Wasser gefüllt, durch mehrmaliges Drücken auf den Aspirator die Luft aus dem Hauptrohr entfernt, dasselbe darauf mit dem Raum, dessen Gas untersucht werden soll, verbunden und durch Senken der Flasche *A* und Oeffnen des Hahnes *H* das Gas in die Bürette gesogen. Alsdann wird, nach Schliessen des Hahnes *H* und Oeffnen des Hahnes h_3, durch mehrmaliges Heben und Senken der Flasche *A* das Gas wiederholt in das Absorptionsgefäss *W* gedrückt, wo es mit der Natronlauge in Berührung kommt und von der Kohlensäure befreit wird.

Schliesslich wird das Gas in die Bürette zurückgesaugt und aus der Verminderung des Volumens die Menge der vorhanden gewesenen Kohlensäure abgelesen. In gleicher Weise wird das Gas mit den beiden anderen Absorptionsflüssigkeiten in Berührung gebracht.

Endlich ist ein von G. A. Schultze konstruirter selbstthätiger Verschlussheber zum Abziehen ätzender Flüssigkeiten zu erwähnen.

Der Heber (Fig. 144) besteht aus der Sammelröhre *a*, der Saugeröhre *b*,

der Heberröhre *c* und dem neu konstruirten Verschlusstheil *d*. Die Theile *a*, *b*, *c* sind mittels Gummipfropfen mit einander verbunden, während der Verschlusstheil *d* entweder mit *a* bei *f* zusammengeschmolzen oder durch einen Gummischlauch von beliebiger Länge verbunden ist. In letzterem Falle kann man auch eine Glashahnröhre zwischen *a* und *d* einschalten. Saugt man, während *c* in der auszuhebenden Flüssigkeit steckt, durch *b* die Luft aus *a*, so wird die Luft durch das in *d* eingeschliffene konische Ventil abgesperrt und es tritt die Flüssigkeit durch *c* in *a* ein. Sobald man zu saugen aufhört, drückt die Flüssigkeit das konische Ventil in *d* in die Höhe und läuft bei *e* heraus. (Um zu verhindern, dass das konische Ventil in *d* mit seinem oberen Ende die Röhrenöffnung verstopfe, ist dieses obere Ende platt gedrückt.)

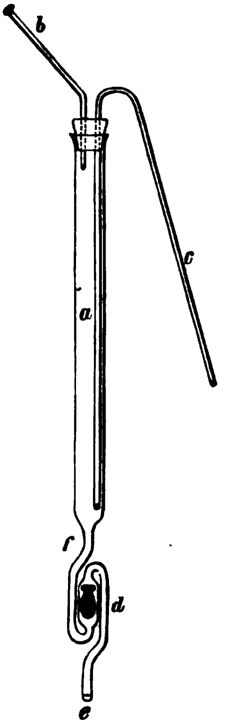


Fig. 144.

Der Heber gewährt den nicht zu unterschätzenden Vortheil, dass man die Oeffnung *e* nicht mit dem Finger zu verschliessen braucht, wenn man den Heber in Thätigkeit setzen will, wodurch der Apparat überhaupt leichter zu handhaben ist und namentlich bei ätzenden Flüssigkeiten die Berührung derselben mit der Haut vermieden wird.

Die Mikroskope.

Berichterstatter:
Dr. G. Fritsch, Prof. an der Universität zu Berlin.

Unter den ausserordentlich stattlichen Zusammenstellungen wissenschaftlicher Instrumente auf der Berliner Gewerbeausstellung nahm das Gebiet, welches die Mikroskope, ihre Hülfsapparate und die mikroskopische Präparation umfasste, einen rühmlichen Platz ein. In der That fiel der Fachmann leicht einer gewissen Ueberraschung anheim, wenn er sich in Gruppe XI plötzlich umgeben sah von einer ganzen Anzahl glänzender Spezialausstellungen verschiedener Mikroskopverfertiger, deren Namen in wissenschaftlichen Kreisen theilweise wenigstens seltener genannt werden.

Wie Berlin überhaupt durch die Ausstellung aufs neue bewiesen hat, welchen hervorragenden Rang es als Fabrikationsort von wissenschaftlichen Instrumenten einnimmt, so kann es einen solchen gewiss hinsichtlich der Mikroskopie behaupten und zwar trotz des Fehlens mancher Namen in der Reihe der Aussteller, die man nur ungern vermisste. Kann doch Hartnacks berühmtes Institut in Potsdam wohl füglich unserer hiesigen Industrie beigeordnet werden, ebenso wie das zur Zeit in Wetzlar durch Seibert & Krafft geführte Geschäft ursprünglich durch Gundlach in Berlin gegründet und in Flor gebracht wurde. Auch manche der augenblicklich in Berlin noch vorhandenen Mikroskopverfertiger, von bekannteren Namen z. B. Benèche, waren auf der Ausstellung nicht vertreten.

Die Ausdauer und Energie, mit der eine solche Anzahl von Berliner Fabrikanten bei dem in Rede stehenden Zweige den Kampf gegen eine mehr oder weniger übermächtige Konkurrenz durchführt, wie sie unter den deutschen Firmen besonders durch Hartnack, Seibert und Zeiss (Jena) ausgeübt wird, unbeirrt gewiss durch so manche üble Erfahrung, verdient schon an sich eine warme Anerkennung, auch wo der Erfolg den Bemühungen nicht entsprechend erscheint. Manches, was die glücklicheren Konkurrenten voraushaben, beruht auf dem Zusammenwirken von allerhand günstigen Umständen, die sich zu schaffen dem Einzelnen versagt ist.

Ref. macht sich daher sehr gern zum Interpreten solcher Bestrebungen, so weit sie intensive, geistige Regsamkeit verrathen und sieht für den vorliegenden Bericht seine Hauptaufgabe darin, unter dem ausgestellten Material auf die Momente hinzuweisen, die rühmliches Zeugniss für den einzelnen Streiter in diesem mit friedlichen Waffen geführten Kampf ablegen, sich wohl bewusst bleibend, dass es ihm nicht zusteht, die Palme des Siegers zu vertheilen. Belehrende, theoretische Auseinandersetzungen scheinen ihm dabei um so weniger am Platze, als der Fachmann gerade hier sich unschwer überzeugen kann, dass Theorie und Praxis noch nicht die wünschenswerthe Uebereinstimmung zeigen.

Es kommt hinzu, dass der Natur der Sache nach sich derartige Erörterungen möglichst eng an strikte Vergleichung der optischen Leistungen bei den Instrumenten der verschiedenen Firmen anschliessen sollten, d. h. an eine Vergleichung, wie solche nur aus dem stillen Studirzimmer, aber nicht aus einem turbulenten Ausstellungsraum hervorgehen kann. Um diesem Mangel abzuhelfen, hatten mehrere Fabrikanten privatim Instrumente zur Verfügung gestellt. Wenn somit auch kein allseitig genügender Ueberblick der optischen Leistungen gewonnen wurde, so dürfte man doch dazu berechtigt sein zu behaupten, dass das hierin durchschnittlich erreichte Niveau die berühmten auswärtigen Firmen wenigstens nicht überragt. Einzelne Systeme stellen sich allerdings denjenigen der besten auswärtigen Optiker würdig an die Seite und lassen die Hoffnung zu, dass sich aus den Reihen unserer heutigen Berliner Firmen die eine oder andere auch hierin zu einer dominirenden Stellung aufschwingen kann.

Unrecht wäre es, wollte man die Thatsache unterdrücken, dass die optische Leistung vieler der ausgestellten Objektive noch manches zu wünschen übrig liess: freilich eine betrübende Erkenntniss, wenn man, wie Ref., der Ueberzeugung lebt, dass selbst verhältnissmässig geringfügige Unterschiede in der Vollkommenheit der chromatischen und sphärischen Linsenkorrektionen, welche festzustellen der Theorie vielleicht schon Schwierigkeiten macht, für den praktischen Gebrauch keineswegs gleichgültig sind. Unter anhaltender Verwendung ungenügend korrigirter Systeme leidet das Auge wegen der grösseren Schwierigkeit des Erkennens und der damit zusammenhängenden, unvermeidlichen Benutzung der Akkommodation stärker als nöthig, ohne dass es sich darüber theoretische Rechenschaft zu geben brauchte, warum diese Ueberanstrengung eintritt.

Auch über ein bescheidenes Maass hinausgehende Chromasie der Systeme irritirt das Auge und wirkt störend auf das Bild, mag immer das Auflösungsvermögen ein recht erhebliches sein. Der schon vielfach hervorgetretene üble Einfluss, welchen die Benutzung der sogenannten Probeobjekte bei der Justirung der Objektive wegen der Einseitigkeit der Leistung ausübt, machte sich bei den ausgestellten Linsen nicht selten wiederum bemerklich. Jedes Objekt ist Probeobjekt, welches man in seiner Er-

scheinung unter dem Mikroskop möglichst genau kennt, die üblichsten solcher Objekte (Pleurosigma angulatum, Grammatophora subtilissima, Suvirella Gemma u. s. w.) gehören aber gerade einer Kategorie an, wie sie die grösste Mehrzahl der mit den Mikroskopen Arbeitenden für gewöhnlich nicht zu beobachten hat.

Dazu kommt, dass hier die Details der Zeichnung, wie zuerst Abbe schlagend bewiesen hat, fast ausschliesslich[1]) in ihrem Zustandekommen auf den Interferenzen beruhen, welche die das Objekt passirenden Strahlenkegel erleiden, und somit in erster Stelle von der Grösse des Oeffnungswinkels abhängig sind, während in der Praxis die grösste Mehrzahl der Objekte eine erhebliche Dicke zeigt und keine ähnlich regelmässigen Interferenzen zu Stande kommen lässt. Solche Präparate bedürfen also eines sogenannten definirenden Objektivs, das erhebliche Tiefenzeichnung giebt oder, wie Abbe sich ausdrückt, grosse Fokuswirkung hat. Dies gilt bekanntlich von den Systemen mit geringerem Oeffnungswinkel in höherem Maasse, und daher ist es jedenfalls für viele Optiker empfehlenswerther, die leichter zu korrigirenden Systeme von geringerer Oeffnung anzufertigen, wenn sie auch die schwierigeren Diatomeen nicht lösen, als ungenügend korrigirte Linsen von grossem Oeffnungswinkel, bloss um mit dem Auflösungsvermögen zu prunken.

Die auf der Ausstellung nicht spärlich vorhandenen Objektive von

---

[1]) Abbe geht in der That noch weiter und sagt in dem Bericht über die Londoner Ausstellung wissenschaftlicher Instrumente (Optische Hülfsmittel u. s. w. 399) wörtlich: „Dieses Interferenzphänomen im konjugirten Fokus und nichts anderes als dieses ist es, was als Abbildung des Objektes sich darstellt, beim Mikroskop wie bei den anderen optischen Apparaten, die unter entsprechenden Verhältnissen wirksam sind."

Liegt hier kein Missverständniss vor, wie ich beinahe annehmen möchte, so sehe ich mich genöthigt, gegen eine derartig schroffe Auffassung Widerspruch zu erheben. Es ist durchaus unerfindlich, warum ein sehendes Auge, unabhängig von aller Interferenz, das Eindringen von Lichtstrahlen im Unterschied von dem Ausbleiben derselben (ein Loch von einer undurchsichtigen Stelle des Präparates bezw. eine reflectirende von einer nicht reflectirenden Stelle) nicht erkennen sollte. Ist dies richtig, so müssen überhaupt auch alle Unterschiede in der Lichtintensität zwischen den einzelnen Stellen des Präparates und im Zusammenhange damit die Schattenwirkungen als darstellende Momente im mikroskopischen Bilde zugelassen werden.

Ebenso muss ein normalsichtiges Auge, abgesehen von den Interferenzfarben, einen farbigen Lichtstrahl in spezifischer Weise auffassen, also auch im mikroskopischen Bilde verschieden gefärbte Stellen als solche erkennen. Wir verfolgen mit dem Mikroskop den Verbleib von Zinnoberkörnchen im Organismus, kontroliren die künstlich ertheilte, besondere Farbe einzelner Bakterien, wir unterscheiden rothe und weisse Blutkörperchen. Hier sind die Interferenzphänomene keine Unterstützung, sondern ein Hinderniss, welches wir bis zu einer gewissen Grenze ausschalten müssen und können. Ausser den Interferenzphänomenen, deren grosse Bedeutung ich nicht verkenne, müssen somit die Unterschiede der Lichtintensität (Schattenwirkung) und die Lokalfarben als darstellende Momente des mikroskopischen Bildes in Rechnung gestellt werden. Ich brauche kaum hinzuzufügen, dass ich mit diesen Bemerkungen keineswegs glaube, Herrn Abbe selbst etwas neues zu sagen, sondern ich wiederhole, dass ich nur den Missverständnissen vorbeugen möchte, welche seine Ausführungen bei Anderen fast unvermeidlich veranlassen müssen.

mässigem Oeffnungswinkel dürften daher ein grösseres Lob verdienen, als manche verzweifelte Anstrengungen Anderer, das Auflösungsvermögen an die äusserste Grenze zu treiben. Die grössere Kunst der Technik darf freilich der Optiker für sich in Anspruch nehmen, welcher auch weit geöffnete Systeme in vorzüglicher Weise korrigirt.

Der Schwerpunkt und die Bedeutung der ganzen mikroskopischen Ausstellung scheint dem Ref. speziell in dem eifrigen Streben der Fabrikanten zu beruhen, das Mikroskop den bestimmten praktischen Zwecken anzupassen und es dafür in der kompendiösesten und zugleich preiswürdigsten Gestalt herzustellen.

Das Rad der Zeit läuft, und vergebens würden wir versuchen in die Speichen desselben einzugreifen. Der höchst verdienstvolle Ehrenberg bezeichnete die steigende Verbreitung des Mikroskopes in den wissenschaftlichen Kreisen als ein Unglück, weil er sah, dass es vielen der Beobachter an Kritik fehlte; heutigen Tages wird, und zwar mit Recht, danach gestrebt, das Volk selbst mit diesem wichtigen Hülfsmittel vertraut zu machen. Wir dürfen uns überzeugt halten, dass gerade die grosse Zahl der Beobachter die gefürchteten Beobachtungsfehler am schnellsten zu korrigiren erlauben wird. Mancher nimmt vielleicht als Fleischbeschauer das Mikroskop zum ersten Male in die Hand, um später sich unter die Zahl der bedeutendsten mikroskopischen Entdecker einreihen zu lassen.

In dieser Richtung, d. h. das Mikroskop auch dem Volk zugänglich und vertraut zu machen, haben wir in der Gewerbeausstellung treffliche Leistungen zu erwähnen.

Folgen wir dem alphabetischen Verzeichniss der Gruppe XI, so fin-



Fig. 145 (1/4 natürl. Gr.).

den wir an erster Stelle einen Fabrikanten aufgeführt, J. Amuel, Nachf. W. Teschner, welcher für ein derartiges für technische Zwecke, speziell für Fleischuntersuchung, bestimmtes Instrument sogar ein Reichspatent erhalten hat. Das in seiner Einfachheit doch recht sinnreiche kleine Mikroskop (Fig. 145) befindet sich in etwas nach rückwärts geneigter Stellung an.

einem verhältnissmässig breiten, aber niedrigen hölzernen Objekttisch *b*, welcher die als Kompressorium eingerichteten, aus kräftigem Spiegelglas geschnittenen Objektträger *c* von nahezu 20 cm Länge bei 7 cm Breite aufzunehmen hat. Das Verhältniss ist so berechnet, dass auch bei allseitiger Verschiebung dieser grossen Objektträger kein Ueberschlagen derselben zu befürchten ist. Die Einstellung des Fokus geschieht durch freie Schiebung und Mikrometerschraube an der Säule des Stativs.

Um nun ein schnelles und vollständiges Durchmustern aller Theile des Präparates zu bewirken, lagern die Platten an einer beweglichen Metallschiene *m* auf dem Objekttisch an. Diese Schiene, ein Parallelogramm bildend, wird durch die mit Kugelscharnier und dreifachem Gewinde versehene seitliche Schraube *s* vor- und rückwärts bewegt und durch diese Einstellung in sagittaler Richtung ein Theil des Präparates nach dem andern in das Gesichtsfeld gebracht. Die mit der Hand bewirkte Verschiebung des Objektträgers in querer Richtung längs der Schiene ermöglicht die Durchmusterung eines bestimmten Streifens, dem der nächst benachbarte nach erneuter Benutzung der Schraubenvorrichtung stets in gleicher Weise angereiht wird.

Der optische Theil des Instrumentes besteht aus einem Huyghens'schen Okular und drei achromatischen Objektiven und gestattet 50-, 100- und 200malige Vergrösserungen (linear).

Auch andere recht preiswürdige kleinere Mikroskope waren von dieser Firma ausgestellt, welche zu technischen Zwecken warm empfohlen werden können. Wenn aber ein grösseres Mikroskop mit 4 Okularen und 4 Linsensystemen, darunter ein Immersionssystem (Vergrösserung 20 bis 1400 lin.), für 235 Mark abgegeben wird, so scheint die Billigkeit schon einen einigermassen bedenklichen Grad erreicht zu haben.

In einer durchaus verschiedenen Richtung glänzt die nächstfolgende vorzügliche Ausstellung hierhergehöriger Instrumente von R. Fuess vorm. I. G. Greiner jr. u. Geissler, wo wir das Mikroskop als Messinstrument mit allen neuesten Verbesserungen vor uns sehen[1]). Ein Blick auf diese prächtigen und bei aller Komplizirtheit zierlichen Instrumente zeigt, dass wir in denselben die treuen Helfer des gewiegten Fachmannes, kein Handwerkzeug des Gewerbetreibenden vor uns sehen, wenn auch die Verwendung derselben durch den Fabrikanten selbst wohl zu eng umgrenzt ist, wenn er sie ausschliesslich „mineralogisch-petrographischen Untersuchungen“ weiht.

Es handelt sich hierbei speziell um drei Nummern der Fuess'schen Ausstellung. Rosenbusch[2]) dürfte das Verdienst zu beanspruchen haben, der erste Veranlasser zur Herstellung der vorliegenden Instrumente gewesen

---

[1]) Vergl. auch den Bericht des Herrn Liebisch über krystalloptische Apparate.

[2]) Ein neues Mikroskop für mineralogische und petrographische Untersuchungen, Neues Jahrbuch für Mineralogie, Stuttgart 1876.

zu sein, welche er mit vollstem Recht trotz der Besonderheiten ihrer Einrichtung „als ebenso brauchbar zu jeder anderen mikroskopischen Untersuchung“ erkannte. Das von Rosenbusch a. a. O. abgebildete Instrument ist seitdem besonders durch v. Lasaulx und Sorby noch mannigfach vervollkommnet und auch weiter beschrieben worden, ohne dass es jedoch wegen der ursprünglich beabsichtigten engen Umgrenzung seines Gebrauches weiteren Kreisen bekannt geworden wäre.

Die Zentrirung der einzelnen Theile des Mikroskops, d. h. das Zusammenfallen der optischen Achsen des Objektivs und des Okulars, sowie beider mit der Mitte des Objekttisches, die gleichzeitig die der Blendenöffnung sein soll (beiläufig bemerkt, wegen der häufigen Mangelhaftigkeit bei deutschen und französischen Optikern eine „partie honteuse“ der Fabrikation), war bis zu einer Grenze der absoluten Genauigkeit zu bringen. An dem vorliegenden Instrumente (Fig. 146 a. folg. S.) ist dies dadurch ausgeführt, dass der eigentliche, das Objektiv tragende Tubus *b* in einen dem Stativ angefügten zylindrischen Mantel *p* eingesetzt ist und mittels einer etwas weiteren metallenen Führung die nur am oberen Ende feste Anlagerung an den äusseren Mantel findet. Das untere, gleichsam freihängende Ende des Tubus wird hinsichtlich seiner Stellung durch zwei im rechten Winkel gegen einander wirkende Schrauben *m* und *n* (vergl. den neben der Hauptfigur dargestellten Horizontalschnitt durch *MN*) regulirt, welche der durch Sperrfedern bewirkten Abweichung von der Senkrechten entgegenarbeiten und so die Möglichkeit geben, die Verlängerung der optischen Achse genau durch den Mittelpunkt des drehbaren Objekttisches zu führen. Die Anlagerung findet dabei nicht durch Metall an Metall statt, sondern es sind an den beiden verstärkten Enden der Tubusführung je drei Schrauben *x* eingesetzt, welche Pergamentblättchen sanft an die Tubuswand andrücken. Ausserdem dient zur Sicherheit der Schiebung eine Feder, welche jederseits — in der Fig. 146 ist sie um 45° in der Achse des Tubussystems zu weit herum gezeichnet, um sie überhaupt sichtbar zu machen — je zweien der erwähnten Pergamentblättchen gegenüber liegt und also den Tubus zwingt, sich immer glatt an dieselben anzulegen[1]). Störende Drehungen sowohl des Tubus als auch des Okulars werden durch das Eingreifen seitlich angebrachter Zapfen *a* in senkrechte Schlitze der zunächst anlagernden Hülsen, also der Tubusführung bezw. des Tubus verhindert, so dass die Arme des im Okular befindlichen Fadenkreuzes, einmal orientirt, stets orientirt bleiben.

Am vollkommensten ausgebildet ist diese Einrichtung an dem sog. Stauroskopokular (Fig. 146, Detailzeichnungen *A* u. *B*); hier ist das Okularglas verschiebbar gegen das Kollektivglas durch eine kurze Röhre, welche im Kollektivrohr steckt. Das Kollektivrohr hat einen Schlitz, in dem

[1]) Rosenbusch a. a. O. 5.

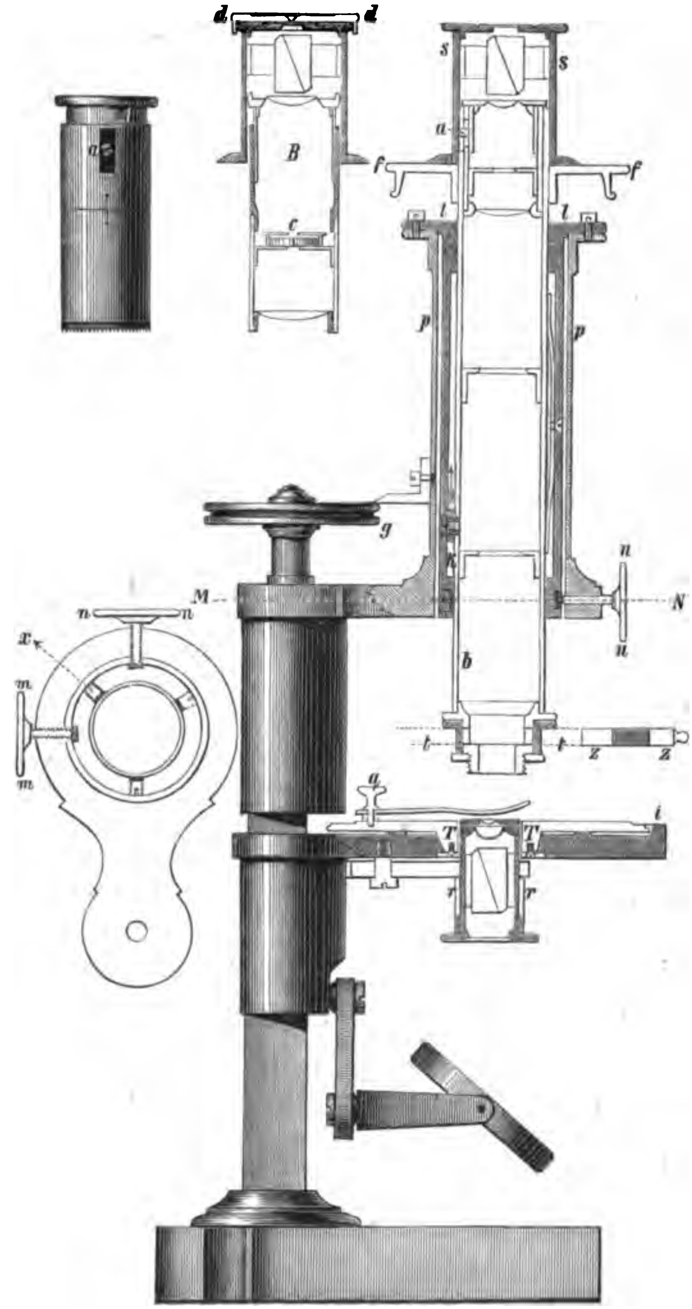


Fig. 146 (1/2 natürl. Gr.).

eine in der kurzen Röhre eingesetzte Schraube mit ihrem Kopf gleitet. Der vorstehende Kopf *a* passt wieder in einen Schlitz des Tubus und fixirt somit die Stellung des Okulars bezw. des Fadenkreuzes in demselben. Ausserdem zeichnet sich das Stauroskopokular dadurch aus, dass es im Brennpunkt des Augenglases eine künstliche Kalkspathzwillingsplatte *c* trägt (Fig. 146 *B*), welche zuerst von Prof. Calderon[1]) für stauroskopische Messungen angewandt und von Fuess beim Mikroskop eingeführt wurde. Um dem Auge die richtige Stellung zur optischen Achse des Instrumentes sofort mit Sicherheit anzuweisen, ist dem in besonderer Röhre befestigten Analysator ein ganz enges Diaphragma aufgeschraubt. Trotz der lästigen Verkleinerung des Gesichtsfeldes, welche die Anbringung des oberen Nikols über dem Okular mit sich bringt, wurde an den Fuess'schen Mikroskopen diese Stellung gewählt, um den Analysator vom Okular ganz unabhängig zu machen. Die Metallfassung desselben trägt am unteren Ende einen scharf auslaufenden Ring mit eingeschnittener Skale, der beim Aufstülpen des Nikols über das Okular auf einem tellerförmigen Ansatz des Tubus seine sichere Auflagerung findet und an einem eingegrabenen Index die bewirkte Drehung desselben ablesen lässt. Veränderung der Tubusachse durch die Korrektionsschrauben muss natürlich auch die Stellung des Analysators beeinflussen, doch wurden die dadurch entstehenden Fehlerquellen noch immer geringer gefunden als die bei der gewöhnlichen Fassung des Nikols im Okular auftretenden.

Auch der unter dem Objekttisch eingefügte Polarisator trägt auf seiner Metallhülse eine aussen eingeschnittene Theilung mit Index, um die Drehungen genau ablesen zu können. Die gewöhnliche auf dem Nikol angebrachte Kondensatorlinse (von 12 mm Brennweite) ist zur Erzeugung sehr stark konvergenten Lichtes noch mit einer zweiten von nur 8 mm Brennweite kombinirt, dadurch wird es möglich ohne Okular, also nur mit einem Objektivsysteme, in dünnen Mineralschliffen die Achsenbilder erkennen zu können. Es vervollständigt sich die Einrichtung des Polorisationsmikroskops noch durch die Möglichkeit, dem unteren Tubusende durch einen Schlitz zur Erzeugung von empfindlichen farbigen Gesichtsfeldern die von Klein empfohlene zirkularpolarisirende Quarzplatte *z* (unter Weglassung der stauroskopischen Kalkspathlamelle) einzuschieben; die Lokalfärbung des Gesichtsfeldes erscheint überall da verändert, wo im darunter befindlichen Objekt ein doppeltbrechender Körper lagert, in dem nicht eine Hauptschwingungsebene mit der des Polarisators zusammen fällt. Bei Nichtgebrauch der Platte werden die Oeffnungen des Schlitzes durch einen drehbaren Ring geschlossen.

Endlich ist als weitere Verbesserung zu dem ursprünglichen von Rosenbusch beschriebenen Mikroskop eine Einrichtung hinzugekommen,

---

[1]) Zeitschrift für Krystallographie II 1. Leipzig, W. Engelmann 1877.

welche die Drehungsgrösse der Mikrometerschraube genau abzulesen erlaubt[1]). Die Skale ist auf der flachen Scheibe *g* eingeschnitten und der Index befindet sich an dem äusseren Tubusmantel (vergl. auch Fig. 147).

Ein zweites Instrument, welches die Leistungsfähigkeit der Firma in das beste Licht setzt, wo sich Gefälligkeit der Form mit vorzüglicher Solidität der Ausführung und Mannigfaltigkeit der Anwendbarkeit vereinigt, war bezeichnet als: Grosses Mikroskop für mineralogisch petrographische Untersuchungen mit den Verbsserungen von Lasaulx, Rosenbusch, Sorby (Konstruktion von Fuess). Die Konstruktion (Fig. 147), obgleich im allgemeinen an die Prinzipien des Rosenbusch'schen Modells anschliessend, weicht in vielen Einzelheiten vortheilhaft ab. Die Art und Weise, wie die Zentrirung des Tubus bei letzterem erreicht wird, macht, wenn auch nur scheinbar, den Eindruck mangelnder Stabilität; man vermisst dieselbe nicht ungern an dem in Rede stehenden Instrument, wo der Erfinder mit kühnem Griff die grobe Einstellung gänzlich beseitigt hat. Als ein nach Bedürfniss zu verwendendes Aequivalent dafür ist der Objekttisch mit der Beleuchtungsvorrichtung an senkrechtem Stahlprisma für die Entfernung von ungefähr 1,5 cm verschiebbar und wird durch die nach hinten liegende Klemmschraube in der gewählten Stellung erhalten.

Hierbei ist die Berücksichtigung von Objekten oder Objektträgern, die ungewöhnliche Dickendimensionen zeigen, und ähnliches in's Auge gefasst; unter gewöhnlichen Verhältnissen genügt die feine Einstellung, welche sich auf dem Stahlprisma befindet, durch eine Mikrometerschraube mit flachem Kopf, der die bereits vorher erwähnte Skale trägt. Die Objektive stehen nämlich unter Benutzung entsprechend langer zylindrischer Zwischenstücke so an einer horizontalen Revolverscheibe, dass sie, in Position gebracht, bei gewöhnlicher Dicke des Objektträgers stets sofort ungefähr im Fokalabstand sich befinden. So ist es leicht ausführbar die Zentrirung der Systeme für die optische Achse des Tubus mittels niedriger Zwischenstücke, die je drei Stellschrauben tragen, unmittelbar am Revolver zu korrigiren und wird die vorher erwähnte Korrektion am untern Tubusende überflüssig.

Da nun aber auch die Blendenöffnung und der Polarisator für dieselbe Achse korrigirt sein müssen, ist der Objekttisch mit Korrektionsvorrichtung versehen, ein Prinzip, welches Rosenbusch nicht glaubte empfehlen zu sollen, obwohl es an sich natürlicher erscheint. Bietet die Einrichtung doch gleichzeitig den Vortheil als Schraubenmikrometer zu dienen. Wir haben

[1]) Es ist nicht gesagt, welchen speziellen Zwecken diese Einrichtung hier dienen soll; es sei daher beiläufig bemerkt, dass Ref. seit 10 Jahren sich gleichfalls zu mikrophotographischen Zwecken einer Mikrometerschraube mit eingeschnittener Skale bedient und die Fokusdifferenzen der von ihm benutzten mikroskopischen Objektive auf Drehungsgrössen der Schraube reduzirt hat. Die Anordnung wurde seiner Zeit in dem photographischen Journal „Licht" beschrieben.

nämlich hier den drehbaren Tisch (vergl. in Fig. 148 a. folg. S. die Aufsicht des Tisches) mit einer doppelten Schlittenführung ausgestattet vor uns, die



Fig. 147 (1/3 natürl. Gr.).

durch zwei im rechten Winkel gegeneinander wirkende Schrauben *m* und *n* bewegt wird. Von diesen ist die eine Schraube *m* mit Trommel-

theilung von 125 Strichen versehen, deren Intervall wegen der Schraubenneigung von 0,25 mm den Werth von 0,002 mm hat. Ganze Umdrehungen der Schraube können durch einen besonderen seitlich angebrachten Index *i* mit Theilung, die Trommeltheilungen an dem obenauf befindlichen Index mit Strichmarke abgelesen werden.

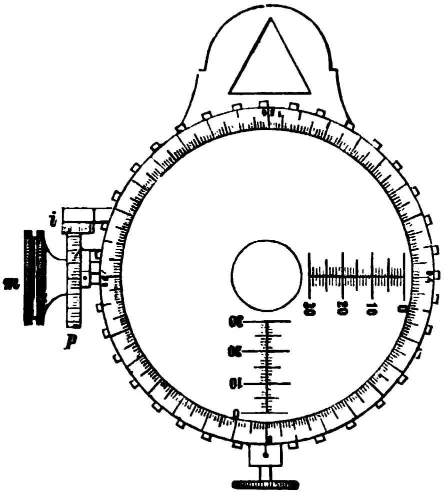


Fig. 148 (1/2 natürl. Gr.).

Originell ist auch die Gestalt der drehbaren Scheibe des Objekttisches, welche nach Art eines Zahnrades am Rande ausgeschnitten ist, um dieselbe mit nur einem Finger drehen zu können, ohne heftiger gegen das Instrument zu drücken. Sie trägt übrigens (wie beim vorherbeschriebenen Modell) ausser der Kreistheilung am Rande noch auf der Fläche zwei rechtwinklig zu einander angebrachte Theilungen zur Orientirung von Präparaten. Die übrigen Einrichtungen, besonders was die Okularkonstruktionen, die einzulegende Quarzplatte, die Theilungen am Polarisator und ähnliches anlangt, zeigt dies Instrument wie das Rosenbusch'sche Modell.

Als ein weiteres Verdienst dürfte es Fuess anzurechnen sein, dass er sich mit solcher Energie auf die Ausbildung der eigenartigen, durch Ingeniosität ausgezeichneten Technik konzentrirt und seine Kräfte nicht durch Herstellung der zu verwendenden Objektive selbst zersplittert hat. Derselbe benutzt vielmehr ausschliesslich Hartnack'sche Objektive, und so erhalten wir erfreulicher Weise durch ihn Gelegenheit in der Ausstellung von diesem berühmten Optiker wenigstens einiges zu begrüssen.

Hartnack'sche Mikroskope und Systeme sind zumal in den Kreisen

der Fachgenossen bekannt genug, so dass es Eulen nach Athen tragen hiesse, dieselben hier eingehender besprechen zu wollen. Es möge genügen zu konstatiren, dass die Bilder dieser Objektive wegen der Reinheit und Schärfe des Umrisses, der Lichtstärke und der bemerkenswerth vollkommenen Achromasie für manches sonst Ausgestellte unbequeme Vergleichsobjekte bildeten. Wäre nicht der Fokalabstand der höheren Trockensysteme geringer als angenehm und als es z. B. bei Seibert oder auch bei Zeiss der Fall ist, man wüsste nicht, was man an Hartnack's vorzüglichen Leistungen auszusetzen haben sollte.

Eine anerkennenswerthe Rührigkeit entwickelt die Firma: J. Klönne & G. Müller, deren mannigfaltige Ausstellung in dem instrumentellen Theil mehrere Neuigkeiten enthält, die unter Patentschutz gestellt sind und in weiteren Kreisen Beachtung verdienen. Es handelt sich dabei wieder um das Streben, den praktischen Nutzen des Mikroskops und zwar speziell für Lehrzwecke zu erhöhen.

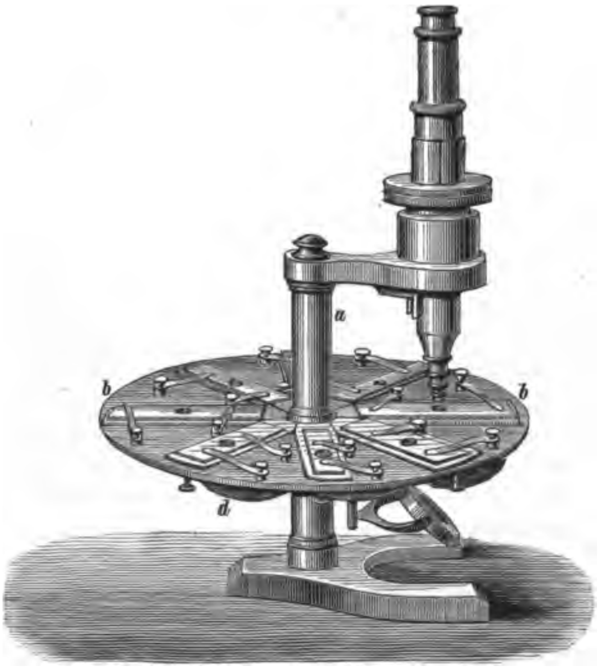


Fig. 149 (1/2 natürl. Gr.).

Der für gewöhnlich der Stativsäule einseitig angefügte Objekttisch umgiebt bei dem von dieser Firma ausgestellten Modell die Säule in Gestalt einer metallenen Scheibe, welche um die Säule *a* (Fig. 149) als senkrechte

Achse drehbar ist. Die Scheibe dient zur Aufnahme einer grösseren Anzahl (8) von Präparaten, welche bei der Drehung nach der Reihe sich dem System als Objekt darbieten. Da Verschiedenheiten in der Dicke der Objektträger verhindern würden, dass die Objekte von der unteren brechenden Fläche des Objektivs gleiche Abstände bewahren, so lagern dieselben auf besonderen Platten, welche durch Mikrometerschrauben beweglich sind, um für alle Präparate den gleichen Fokalabstand herstellen zu können. Unter jeder für den Lichtdurchtritt bestimmten Oeffnung des Tisches findet sich eine drehbare Scheibenblende *d* von gewöhnlicher Form. Die sichere Lagerung der Präparate auf der Scheibe wird durch die üblichen Klammern bewirkt.

Der leicht ersichtliche Zweck der ganzen Einrichtung beruht darin, eine ganze Anzahl in gewisser Beziehung zu einander stehender Präparate dem Beschauer gleichzeitig vorzuführen, so dass die einfache Drehung der Objektscheibe bis zum Einfallen einer kleinen, federnden Rast genügt, um von dem einen Objekt auf das nächste überzugehen, welches sich sofort auch dem Ungeübten in bestimmter Position und Einstellung darbietet. Der Verfertiger nennt die Einrichtung daher ein Demonstrationsmikroskop. Man darf jedoch dabei nicht übersehen, dass sie den unvermeidlichen Uebelstand im Gefolge hat, sämmtliche zur Verwendung kommenden Präparate für einen Beschauer in Anspruch zu nehmen, während die Vertheilung derselben auf eine Anzahl kleiner Mikroskope die gleichzeitige Durchmusterung seitens mehrerer Personen gestattet. Die Nothwendigkeit, zu schneller Erledigung einer Demonstration eine Reihe von Mikroskopen zur Hand zu haben, würde daher durch die neue Einrichtung nicht wegfallen, sondern sich auf die mehrfache Beschaffung der Präparate ausdehnen.

An demselben Mikroskop ist noch eine andere neue Einrichtung zu verzeichnen, die sich auf die feine Einstellung bezieht. Gerade dieser Theil der Instrumente ist in der That selbst bei unseren berühmtesten Firmen nicht ganz mustergültig ausgeführt und zeigt häufig Mängel, welche dem Beobachter ungemein störend sind. Hierher gehört zunächst beträchtliche Ungleichheit des Widerstandes beim Drehen der Mikrometerschraube in wechselnder Richtung, ruckweises Umspringen der einen Bewegungsrichtung in die andere, Schwanken des Bildes beim Hantiren mit der Mikrometerschraube, ermüdend starker Widerstand der Drehung. Alle diese Uebelstände kommen nicht selten an sonst ganz vorzüglichen Instrumenten zur Beobachtung. Wenn die Optiker die richtige Vorstellung davon hätten, wie sehr die Behaglichkeit andauernder Arbeit mit dem Mikroskope von dem sicheren, gleichmässigen Gang der Mikrometerschraube abhängig ist, würden sie wohl mehr Mühe auf die Beseitigung dieser Fehler verwenden. Als ein Zugeständniss, dass die üblichen Einrichtungen verbesserungsbedürftig sind, sehen wir auf der Ausstellung ausser an dem Klönne'schen Mikroskop

noch an denjenigen der Firma Schmidt & Haensch einen Versuch auf anderem Wege zu besserem Resultat zu gelangen, worauf an betreffender Stelle (S. 296) zurückzukommen sein wird.

Bei dem in Rede stehenden Modell trägt die federnde Hülse (Fig. 150) des durch freie Schiebung beweglichen Tubus einen doppelten

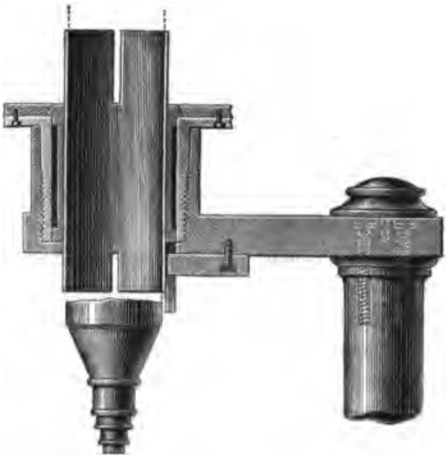


Fig. 150.

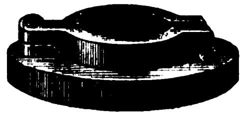


Fig. 151.

mit horizontaler Scheibe versehenen Mantel, auf dessen äusserer Fläche das Schraubengewinde eingeschnitten ist. Ein kurzer zylindrischer Ansatz auf dem horizontalen Arm des Stativs dient zur Aufnahme des entsprechenden Muttergewindes. Drehung der mit dem Tubusmantel verbundenen horizontalen Scheibe muss natürlich den Tubus selbst heben und senken. Der Mantel ist doppelt, damit der innere der Tubushülse direkt anliegende Theil als Führung für dieselbe dient und das Mitgehen des Tubus bei der Schraubendrehung verhindert. Zu dem Zweck trägt er Ausschnitte, in welche unter dem Stativarm befestigte Zapfen eingreifen. Der äussere Ring der horizontalen Scheibe dreht sich also um den inneren fixirten Theil und erlaubt durch eine eingeschnittene Skale die Drehungsgrösse an einem Index des inneren Ringes abzulesen. Jeder Theilstrich der hunderttheiligen Skale hebt oder senkt den Tubus um 0,01 mm, da der Schraubenumgang 1 mm beträgt; das Instrument soll daher zugleich als Fokus- und Deckglasmesser benutzt werden. In der vorliegenden Ausführung arbeitete die Einrichtung noch nicht nach Wunsch, doch liesse sich dies wohl auf technische Unvollkommenheiten zurückführen, deren Beseitigung ausführbar ist. Immerhin wird die nothwendige Ueberwindung der kräftigen Widerstände in den

federnden Theilen der Tubusführung einen sanften Gang der Schraube nahezu unmöglich machen.

Eine besondere Klemmvorrichtung in Gestalt eines halbirten Ringes (Fig. 151) mit Scharnier dient zur sicheren Fixirung der gewählten Einstellung.

Die anderen von der Firma vorgeführten Mikroskope sind nach den bekannten Modellen gearbeitet und bieten nichts wesentlich neues dar; auf den interessantesten Theil der Ausstellung dieser Firma, die mikroskopischen Präparate, ist weiter unten zurückzukommen.

Dasselbe gilt für die in ihrer Art vorzüglichen Leistungen des Instituts für Mikroskopie von Dr. Kaiser, welches hinsichtlich der Mikroskope selbst originelles wohl nicht vorgeführt hat.

Wir kommen nun zu Ausstellungen von Mikroskopen mehrerer alt bewährter Firmen, unter denen die von F. W. Schieck sogar schon eine historische Berühmtheit erlangte. Sind doch die bahnbrechenden Entdeckungen eines Ehrenberg und seiner Zeitgenossen vornehmlich mit Instrumenten des älteren Schieck gemacht[1]). Ist es nicht erstaunlich und lehrreich zugleich, was diese Beobachter mit den älteren Instrumenten und ihren definirenden Objektiven, auf welche wir so verächtlich herabsehen, schon Alles zu erkennen vermochten? Wie sauber und solide ist die Metallarbeit jedes einzelnen Mikroskopes! Freilich Deiters geflügeltes Wort von dem geheimnissvollen Dunkel einer 1000 fachen Schieck'schen Vergrösserung hatte bei den früheren Instrumenten wegen der Lichtschwäche der höheren Kombinationen und den überstarken Okularen auch seine Berechtigung.

Der jüngere Schieck fand jedenfalls eine solide vom Vater gegründete Basis vor, auf welcher er weiterbauen konnte und er hat bewiesen, dass es ihm weder an redlichem Fleiss noch Geschick fehlt, die Leistungen zu vervollkommnen und den erhöhten Anforderungen der Zeit gerecht zu werden. Es bedurfte gewiss grosser Energie und Ausdauer, um das Geschäft so in Flor zu bringen, wie es heutigen Tages dasteht und ein Blick auf die Ausstellung der Firma es sofort erkennen lässt. Nur ein ausgedehntes Geschäft hat die Möglichkeit, so mannigfachen Anforderungen gerecht zu werden, wie wir sie hier vertreten sehen, von dem komplizirten englischen Modell, das so schön zum Ansehen und so unbequem zum Gebrauch ist, bis zu der einfachsten Lupe abwärts. An allen ausgestellten Instrumenten haben wir in derselben Weise die gleichsam vom Vater ererbte Solidität und Sauberkeit der Metallarbeit zu bewundern, zu der noch die grössere Eleganz und Zierlichkeit der modernen Formen hinzugekommen ist.

[1]) Das Instrument selbst wurde dem Wunsche des verstorbenen Ehrenberg gemäss in klassischer Objektivität bei der Einverleibung seiner Typensammlung in das mineralogische Institut derselben zu späterer Kontrole seiner Angaben beigefügt.

Besonderes Verdienst hat Schieck sich dadurch erworben, dass er Stativmodelle konstruirt hat, welche hinsichtlich der Grösse des Objekttisches über das gewöhnliche Maass sehr bedeutend hinausgehen, ohne doch unschön oder schwerfällig zu werden. Die in der Wissenschaft sich immer mehr steigernden Aufforderungen zur Untersuchung von Präparaten grösserer Ausdehnung (z. B. Gehirnschnitten) oder von Schnittserien, die auf grossen Objektträgern eingelegt sind, machen einen derartigen Objekttisch zu einem dringenden Bedürfniss. Es sind deren in den Dimensionen von 11 bis 14 cm ausgestellt (vergl. Fig. 152), und um selbst bei extremer Verschie-



Fig. 152.

bung des Präparates ein Ueberschlagen zu verhindern, trägt der Tisch noch vier seitliche, bewegliche Arme, deren obere Fläche mit derjenigen des Tisches zusammenfällt. Beim Nichtgebrauch lassen sich dieselben an die Kanten des Tisches anlegen.

Ein immer mehr in Gebrauch kommendes Hülfsmittel für Zeitersparniss ist die Anfügung von Revolvern an den Tubus zum schnellen Wechseln der Objektive, wie solche bereits bei der Ausstellung von Fuess zu erwähnen waren. Des letzteren Paradeinstrument nach wesentlich englischem Modell trägt auch einen Revolver für 6 Objektive nach älterer bekannter Anordnung, wie sie praktischen Anforderungen weniger entspricht. Was in der That für praktische Arbeiten, speziell für den Unterricht sich von ausserordentlichem Vortheil erweist, ist die Verwendung von Revolvern für zwei, höchstens

drei Objektive[1]). Solche Revolver finden sich in handlicher Form auch an den hier ausgestellten Instrumenten, die den komplizirteren weit vorzuziehen sein dürften; zu wünschen wäre aber das Anbringen einer Deckelvorrichtung für die zur Zeit nicht benutzten Objektive, um das Eindringen von Staub möglichst hintenan zu halten, welcher unvermeidlich die frei zugänglichen oberen Oeffnungen der Objektive befallen muss. Bei dem grossen Revolver (Fig. 152) ist, wie bei dem von Fuess, durch Einschalten von zylindrischen Zwischenstücken eine Korrektion des Fokusunterschiedes der einzelnen Objektive gegeben, so dass dieselben nach der Umdrehung sich stets unmittelbar im Fokus befinden.

Auch ein anderer Apparat taucht in veränderter Form hier wieder auf, welcher seiner Zeit in hohem Ansehen stand, bis einfachere Einrichtungen ihn in den Hintergrund drängten. Dies ist das Schraubenmikrometer als Aufsatz auf dem Objekttisch, während, wie oben erwähnt, Fuess den Objekttisch selbst in ein Schraubenmikrometer umwandelte. Um den feineren Anforderungen zu entsprechen, d. h. genaue Zentrirung der in der Mitte der oberen Platte eingelegten drehbaren Scheibe zu erlauben, ist auch eine rechtwinklig auf die seitlich verschiebbaren Schlitten wirkende Korrektionsschraube angebracht, so dass ein ähnliches Arbeiten wie mit dem Fuess'schen Objekttisch dadurch möglich wird. Freilich baut sich das Ganze erheblich voluminöser auf dem an sich ganz schlichten Objekttisch auf.

Die Hauptstärke der Schieck'schen Leistungen beruht offenbar in der Herstellung von mittleren und kleineren Mikroskopen, in welchem Zweige sich die Firma allseitiger, voll berechtigter Anerkennung erfreut. Schieck's Mikroskop (sog. Studenten-Mikroskop H. l.) mit drei Objektiven (I, IV, VII) und zwei Okularen entspricht allen Anforderungen, welche unter gewöhnlichen Verhältnissen an ein Mikroskop zu stellen sind, sowohl was die optische Leistung als die allgemeine Ausführung, Einstellung u. s. w. anlangt.

Auch die noch kleineren und billigeren als Schul-, Trichinen- und Familienmikroskope bezeichneten, besonderen Anforderungen angepassten Modelle repräsentiren sehr anerkennenswerthe Leistungen der Fabrikation, wenn sie auch nur eine einseitigere Verwendung finden können.

Hinsichtlich der ersten Numern ist noch rühmend hervorzuheben, dass ihnen Okulare mit grossem Durchmesser beigegeben werden, wodurch bei diesen Numern ein besonders grosses Gesichtsfeld entsteht.

Gerade in der Schieck'schen Ausstellung schliesst sich noch eine grosse Zahl von Demonstrations-, Taschen-, Reise- und Präparirmikroskopen

---

[1]) Auf Veranlassung des Ref. hat Hartnack in Potsdam und Seibert in Wetzlar Revolver mit zwei Systemen für das hiesige physiologische Institut konstruirt, von denen besonders die ersteren sich ausgezeichnet bewährt haben und alles Lob verdienen. Es liegt diesen Konstruktionen eine ältere Nachet'sche zu Grunde.

an, welche unter bestimmten Verhältnissen auch für den streng wissenschaftlichen Forscher von grosser, noch viel zu wenig gewürdigter Bedeutung sind. Die leider sehr verbreitete Entwöhnung der vorgängigen Untersuchung eines Objektes mittels der Lupe oder ganz schwacher Objektive, bevor der histologische Bau durch stärkere Vergrösserungen klar gelegt wird, ist der Grund von mannigfachen groben Irrthümern und mangelhafter anatomischer Orientirung, wie dieselbe sich in modernen histologischen Arbeiten nicht selten verräth. Ausserdem ist die Kontrole mittels des Präparirmikroskops fast unerlässlich, wenn man störende, zufällige Beimengungen der Präparate vor dem definitiven Einschluss derselben ausscheiden, die Theile in übersichtlicher Weise ordnen oder ähnliches ausführen will. Schieck hat sehr hübsche, handliche Formen solcher Instrumente ausgestellt, von denen das eine (Fig. 153) mit einem Präparir-

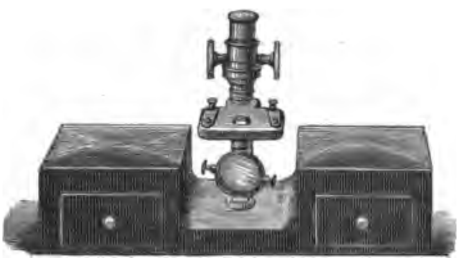


Fig. 153.

system nach dem Prinzip der Brücke'schen Lupen (mit negativem Okular) ausgestattet ist. Die Herstellung solcher Lupen sowie gewöhnlicher Stativ- und Handlupen bezeichnet der Optiker selbst als eine langjährige Spezialität; bei dem ausgestellten Exemplar der Brücke'schen Lupe an dem Präparirmikroskop war indessen die in der Konstruktion begründete Schwierigkeit, ein einigermassen grosses Gesichtsfeld zu erhalten (die wichtigste bei jedem Präparirsystem), weniger glücklich überwunden, als es bei den ähnlich konstruirten Zeiss'schen Präparirsystemen der Fall ist.

Bei den Stativlupen vermisst man ungern ein dem älteren Ross'schen entsprechendes Modell, welches ausserordentlich empfehlenswerth ist und neuerdings z. B. von Seibert & Krafft für das physiologische Institut in etwas veränderter Gestalt sehr preiswürdig hergestellt wurde.

Wir wenden uns jetzt zu einer Ausstellung, welche einen besonderen Reiz gewährt durch die grosse Intelligenz, den offenen Sinn für die mannigfachsten Anforderungen der Wissenschaft und das Streben, dieselben in einer exakten Form zur Anschauung zu bringen, wie diese deutlich aus den von Schmidt & Haensch ausgestellten Instrumenten hervorleuchten.

Offenbar liegt der Glanzpunkt der Fabrikation dieser Firma in den Apparaten zur Spektralanalyse und verwandten Untersuchungen, also Gegenständen, welche an anderer Stelle ihre Erledigung finden. Um so anerkennenswerther aber ist es, mit wie grosser Emsigkeit Haensch auch an der Vervollkommnung der Mikroskope arbeitet, und dass er dabei bedeutende Erfolge zu verzeichnen hat, lehren unter den ausgestellten Dingen verschiedene neue Einrichtungen.

Es dürfte hierbei eine Erfindung besonders lobend hervorzuheben sein, die einem dringend gefühlten Uebelstande beim praktischen Gebrauch des Mikroskops in so glücklicher Weise abhilft, dass die Einrichtung sich unzweifelhaft zu allgemeiner Annahme empfiehlt.

Wer die mikroskopischen Präparate irgend eines wissenschaftlichen Institutes durchmustert, wird sicherlich stets eine grössere oder geringere Anzahl von Schmerzenskindern darunter finden, die ein grausamer Stoss mit dem Tubus des Mikroskops durch Zerquetschen des Deckglases oder Präparates, nicht selten sogar des Objektträgers in unheilbare Krüppel verwandelt hat. Wie viele mögen auf die gleiche Weise den Weg aller Präparate gewandelt sein, von denen keine traurige Ueberbleibsel berichten! In der That passirt es nicht nur dem Ungeübten, aus leicht zu vermeidender Unachtsamkeit bei freier Schiebung des Tubus mit demselben auf das Präparat zu stossen; — wenn sich durch stellenweise, unvorhergesehene Oxydirung des Metalles, durch plötzliches Nachlassen der verwerflichen, wenn auch immer noch nicht ganz aufgegebenen Tuchführung oder durch ruckweise Bewegung des Triebes zur groben Einstellung ungleiche Widerstände ergeben, kann ein solches Unglück selbst Geübteren passiren. Verhindert man durch häufiges Putzen den Oxydansatz am Tubus, so schleift er sich schnell aus und geht zu leicht, ein Verrücken der Einstellung veranlassend.

Die unbequeme und kostspielige Einrichtung mit Zahn und Trieb nutzt sich stets schnell ab und bekommt alsdann todten Gang, welcher selbst an sehr opulenten, neuen Instrumenten der Ausstellung berühmter Firmen zu konstatiren war.

Diesen Uebelständen hilft die Erfindung von Schmidt & Haensch in ebenso einfacher als zweckmässiger Weise ab. Die dem Stativarm aufgesetzte Hülse enthält eine durch krenelirten Ring drehbare Tubusführung *B* (verl. Fig. 156, S. 298), welche einen schneckenförmig gewundenen Spalt hat, in dem wiederum ein dem Tubus angefügter Zapfen *F* läuft. Der Tubus ist so eingesetzt, dass er der Drehung des Ringes nicht folgen kann und wird daher mit einer Schnelligkeit, welche zu dem Ansteigen der Schneckenwindung im Verhältniss steht, bei der Drehung auf und abwärts getrieben. Es vollzieht sich diese Bewegung trotz aller Schnelligkeit so angenehm und korrekt, dass man selbst bei den mittleren Vergrösserungen noch ganz bequem einstellen kann und alles für das Präparat gefährliche Rucken

vermieden ist. Auch hinsichtlich der Haltbarkeit empfiehlt sich die Einrichtung vor anderen, da es keinen Schwierigkeiten unterliegt, einen etwa mit der Zeit abgeschliffenen Zapfen durch einen neuen zu ersetzen. Wer sich einmal an diese Art der Einstellung in ihrer behaglichen Sicherheit gewöhnt hat, dürfte ungern zu einer anderen zurückkehren.

Bei dem grösseren der ausgestellten Stative (Fig. 154, a. folg. S.) ist die Schnecke durch die Hülse verdeckt, während sie bei den kleineren Stativen (Fig. 156 und 157) nicht davon umkleidet wird, also äusserlich sichtbar erscheint. Fig. 155 giebt für das grössere Stativ die innere Einrichtung der Hülse (*a* Hülse, *b* Tubusführung mit Schnecke, *c* Tubus).

Die in den Figuren 156 und 157 dargestellten Instrumente tragen gleichzeitig eine andere originelle Einrichtung, welche für das Streben der Firma, die exakte Forschung in jeder Richtung zu unterstützen, Zeugniss ablegt. Hatten wir bald Anfangs in diesem Bericht eines durch seine Einfachheit anerkennenswerthen Apparates zu erwähnen, um grössere Flächen der Objekte nach bestimmtem Prinzip durchmustern zu können, so finden wir hier die Frage nach der Möglichkeit, ausgedehnte Objekte mit Sicherheit unter dem Mikroskop vor dem Auge vorbei zuführen, auf wissenschaftlicher Basis behandelt und eine sinnreiche Methode in Anwendung gebracht, um für jeden Beobachter die Grösse des Fehlers festzustellen, welche er im Bestreben ein Objekt vollständig zu durchmustern als Auslassungssünden begeht.

Haensch schreibt darüber: „Nehmen wir drei verschiedene Vergrösserungen an, 50, 100 und 200 Mal, so ist das Gesichtfeld bei grosser Okularöffnung ungefähr 2 mm, 1 mm und 0,5 mm gross, mithin würde eine Fläche von 1 Quadratzoll im ersten einen 350-, im zweiten 700- und im dritten Falle 1400 maligen Durchgang durch das Gesichtsfeld verlangen oder, was dasselbe heisst, das Objekt muss 350, 700 und 1400 Mal richtig verschoben werden, wenn alle Theile des Objektes gesehen werden sollen.

Um den Beweis zu liefern, ob es geschieht, stellten wir Probeobjekte her, auf denen im ersten Falle 350, im zweiten 700, im dritten Falle 1400 verschiedene Erkennungszeichen auf 1 Quadratzoll Grösse waren. Diese wurden nun von gewandten Mikroskopikern in der üblichen Manier untersucht, dabei ergab sich ein enormer Verlustfehler und zwar bei der 100 fachen Vergrösserung 30 %.

Das neue Probeobjekt selbst besteht aus lauter Zahlen, mithin sehr leicht erkennbaren Einzelobjekten, es ergiebt sich wohl hieraus zur Genüge, dass der Verlust des nicht Gesehenen bei schwierigen Objekten bedeutend höher, wohl mehr als 50 % sein kann.

Das neue Probeobjekt empfiehlt sich bei Prüfung der Geschicklichkeit des Mikroskopikers, besonders des Fleischbeschauers.“

Es liegen drei Ausgaben solcher Probeobjekte vor: gewöhnliche Objektträger des englischen Formates, auf denen eine quadratische Fläche



Fig. 154.

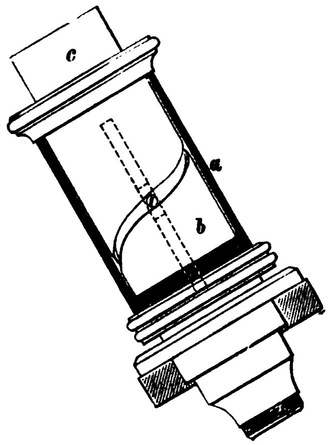


Fig. 155.



Fig. 156.



Fig. 157.

von entsprechendem Inhalt die durch Mikrotypie hergestellten Schriftzeichen trägt, welche ihrer Grösse nach in dem oben angeführten Verhältniss zu einander stehen, d. h. also 350, 700 und 1400 Zeichen für den Quadratzoll ergeben würden.

Die Zahlen erscheinen im mikroskopischen Bilde so klar und übersichtlich, dass wirklich ein derartig grosser Ausslassungsfehler, wie ihn Haensch konstatirte, a priori kaum glaublich erscheint. Der Nachweis der realen Existenz desselben muss gewiss für jeden Mikroskopiker von grossem Interesse sein und ist als ein dankenswerthes Unternehmen zu bezeichnen, auch abgesehen von der grossen technischen Bedeutung der Sache. H. weist mit Recht darauf hin, dass bei den sich täglich mehrenden Anforderungen, wo es darauf ankommt, Existenz oder Fehlen bestimmter mikroskopischer Objekte in den zu untersuchenden Stoffen mit möglichst absoluter Sicherheit festzustellen, das Auftreten eines derartigen Beobachtungsfehlers den Werth der Untersuchung ausserordentlich reduzirt, in manchen Fällen ganz aufhebt. Nicht auf die unglückliche, viel verfolgte Trichine allein (von der, beiläufig bemerkt, der Mensch eine bescheidene Quantität ohne sonderlichen Nachtheil vertragen kann) spitzt sich die Bemerkung zu, sondern es gehören gleichfalls hierher die systematisch zu betreibenden Untersuchungen der Seidenspinnerschmetterlinge auf Pilzkeime zur Verhütung der Seidenraupenkrankheit, die Prüfung technischer Produkte und Lebensmittel auf bestimmte Beimischungen, wo es so häufig von Wichtigkeit ist, bald einen gewissen Ueberblick über den Prozentgehalt zu gewinnen, und ähnliches mehr.

Wer derartige Untersuchungen zu machen hat, wird gewiss den von Schmidt & Haensch zur Beseitigung des Beobachtungsfehlers konstruirten kleinen Apparat mit Vortheil benutzen, weil ihm derselbe die absolute Sicherheit gewährt, ohne jede Mühe das Objekt in allen seinen Theilen dem Auge vorzuführen. Das Objekt wandert nämlich automatisch durch die eigenthümliche Tischbewegung in regelmässigem Gange durch das Gesichtsfeld.

Der Tisch (Fig. 156) trägt nämlich bei *A* einen Hebel, welcher in querer Richtung den oberen Aufsatz mit dem Objekt durch das Gesichtsfeld gleiten lässt, so dass jenes streifenweise durchmustert werden kann. Um die einzelnen Streifen des Objektes im Bilde sicher an einander zu reihen, dient entweder eine Schraube *D*, die in vier Theile derartig eingetheilt ist, dass 1 Theil die nöthige Verschiebung des Objektes für 200, 2 Theile für 100, 3 Theile für 50 fache Vergrösserung ergeben, oder die sagittale Verschiebung vollzieht sich ebenfalls automatisch.

Da die mit der Hand bewirkte Drehung der Schraube *D* doch die Möglichkeit des Irrthums und somit der fehlerhaften Einstellung ergiebt, ist die doppelt automatische, äusserst schnell und präzis arbeitende Einstellungsweise, wie sie das Instrument (Fig. 157) zeigt, jedenfalls vor-

zuziehen. Eine am oberen Theil des Tisches befestigte Zahnstange *D* ruht auf einer krenelirten Walze, welche an beiden Enden Rädchen mit konisch gebohrten Löchern trägt, so gestellt, dass ein Loch des einen Rädchens einem Zwischenraum des gegenüberliegenden entspricht. Das Hin- und Herbewegen des Hebels *A*, welcher den oberen Tisch zur wechselnden Seitwärtsbewegung veranlasst, bewirkt auch die Verschiebung in der sagittalen Richtung, indem in den extremen Stellungen des Tisches konische, daran befestigte Zapfen bald links, bald rechts in die Löcher der Rädchen eingreifen und dadurch jedesmal die krenelirte Walze soviel drehen, dass ein neuer Objektstreifen sich im Gesichtsfelde darbietet. Für verschiedene Vergrösserungen muss dieser letzterwähnte Theil des Apparates entsprechende Verhältnisse haben, bezw. gewechselt werden.

Ein kurzer Versuch lehrt, dass mit Hülfe dieser sinnreichen Einrichtung ein ganz Ungeübter auch den Geübtesten, sowohl was die Genauigkeit der Durchmusterung des Präparates als die darauf verwandte Zeit anlangt, ohne Mühe schlägt. Gleichsam spielend wickelt sich die Arbeit ab und gewährt eine Ueberzeugung wirklicher Erledigung derselben, welche bei der Verschiebung mit freier Hand eine lediglich subjektive ist.

Zum Zeichen, dass die kleine Trichine auch hier die erste Anregung zur Konstruktion des Apparates gegeben hat, ist der obere Tisch durch quere mit senkrechten Schrauben versehene Metallbrücken *C* gleichzeitig zum Kompressorium eingerichtet und trägt Spiegelglasstreifen, auf denen die vorschriftsmässig zu durchsuchenden Felder mit dem Diamant vorgezeichnet sind.

Schmidt & Haensch sind endlich ausser Schieck unter den Berliner Firmen die einzigen, welche Mikroskope mit dem in neuerer Zeit so viel genannten und mit Recht stark in Aufnahme gekommenen Abbe'schen Beleuchtungsapparat in wenig veränderter Form ausgestellt haben. Es dürfte derselbe den von Zeiss in Jena gelieferten in seiner Wirkung wesentlich gleichkommen, freilich ist die mächtige Hülfe, welche Abbe dem genannten Optiker in der Berechnung und Korrektion der Objektive gewährt, auch für die Wirkung des Beleuchtungsapparats von maassgebendem Einfluss, da z. B. nur die vorzüglichst korrigirten Objektive die Beleuchtung mit der vollen Oeffnung des Apparates ertragen.

Fig. 158 stellt eine ebenfalls neue Einrichtung derselben Firma dar, welche den Zweck hat die oben angedeuteten Uebelstände der feinen Einstellung zu verringern. Die in den massiven Stativarm eingefügte Mikrometerschraube *s* wirkt hier auf den Hebel *a* und bewegt mittels eines kleinen Zwischenstücks *b* die mit dem Objectivansatz versehene kurze Hülse im unteren Ende des Tubus. So ist es möglich mit sehr geringem Widerstand der Sperrfeder zu arbeiten, da der ganze andere Theil des Tubus bei der feinen Einstellung unverrückt bleibt.

So äussert sich bei der Ausstellung von Schmidt & Haensch überall

das Bestreben, mit der Zeit fortzuschreiten und nach Kräften Verbesserungen zu bewirken, die um so anerkennenswerther sind, wenn dieselben aus der eigenen Initiative der Fabrikanten hervorgehen. Auch wenn der Erfolg nicht überall den Gipfel heutiger Technik erreicht, wird man der Firma von ganzem Herzen ein fröhliches Gedeihen wünschen können.

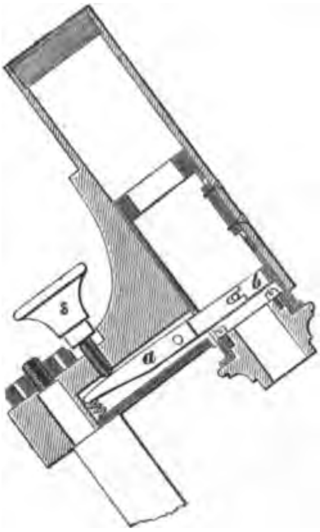


Fig. 158.

Es folgt im Verzeichniss ein Name, welcher unter den Fachleuten noch wenig gekannt ist, P. Thate, dessen Ausstellung den Entschluss bekundet mit einzutreten in die scharfe Konkurrenz der Mikroskopfabrikanten. Es ist indessen schwer für einen Berichterstatter bloss auf die vorliegenden Gegenstände hin sich ein Urtheil zu bilden, zumal manche derselben noch einen unfertigen Charakter zeigen. Auch hier dürfte das Bestreben vorliegen in der Lieferung kleiner, preiswürdiger Mikroskope das hauptsächlichste Geschäft zu machen und scheint es der Firma darin nicht an Anerkennung von ausserhalb zu fehlen.

Hieran schliesst sich das optische Institut von P. Wächter, welches in diesem Zweige mit beträchtlichem Erfolg arbeitet. Nach dem umfangreichen illustrirten Katalog der Firma, in welchen auch die Urtheile der Abnehmer an den betreffenden Stellen eingedruckt sind, scheinen vom Publikum besonders die Mikroskope mit 3 Objektiven (4, 7, 9) und 3 Okularen, das Stativ nach Gundlach's Modell mit Parallelogrammaufhängung der Tubus-

röhre und solche mit zerlegbarem Objektiv aus drei achromatischen Linsen und 2 Okularen gesucht zu werden. Die optischen Leistungen sind besonders im Hinblick auf die erstaunlich niedrigen Preise recht anerkennenswerth und konkurriren dieselben insofern mit den besprochenen Schieck'-schen Instrumenten, ohne dieselben indessen zu übertreffen. Von neuen Einrichtungen wäre ein Präparirmikroskop hervorzuheben, welches sich besonders zu Reisezwecken empfehlen dürfte, da es, zusammengelegt, ein Kästchen von nur 10 cm Länge bei 10 cm Breite und 7 cm Höhe ausmacht. Die links und rechts herauszuklappenden Hälften des Deckels *a* (Fig. 159) dienen als Stützen für die Hände; im Innern des Kastens

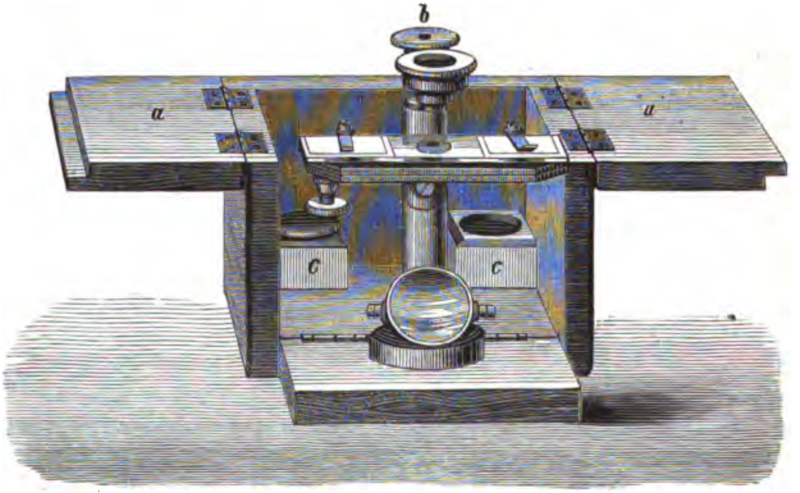


Fig. 159.

befindet sich das Stativ *b* mit Objekttisch und Spiegel, sowie die Behältnisse *c* zur Aufnahme der drei achromatischen Objektive mit 15, 25 und 40 maliger Vergrösserung. Bei weiterer Benutzung des seitlichen Raumes liesse sich dann noch allerhand kleiner Zubehör im selben Behältniss unterbringen, was ein nicht zu unterschätzender Vortheil für die Reise ist.

Endlich — *last not least* — finden wir die altehrwürdige Berliner Firma von R. Wasserlein. Mit Recht ist der Inhaber stolz darauf, wie die Firma schon vor Jahren durch ihre Leistungen glänzte und vielseitige Anerkennung errang. Die Ausstellung beweist, dass es ihm nicht an Energie und Geschick fehlt mit der Zeit fortzuschreiten, und auch er tritt in die Konkurrenz um die Beschaffung leistungsfähiger und doch billiger Mikroskope für Lehranstalten, technische und gewerbliche Zwecke mit Schieck, Amuel, Wächter u. s. w. erfolgreich ein.

Das mannigfach auftretende Bestreben, auch die Tiefen des lebenden Körpers den optischen Hülfsmitteln zugänglich zu machen, ist in Wasserleins Ausstellung durch ein Instrument repräsentirt, welches von Weber-Liel erdacht ist, ein Ohrmikroskop, sowie eine Ohrlupe zur Untersuchung des Trommelfells und genauen Beobachtung seiner Spannungsverhältnisse. Zur Erreichung dieses Zieles wurde der in den Gehörgang einzuführende Ohrtrichter *O* (Fig. 160) mit einer anzuschraubenden Kammer versehen, der



Fig. 160.

Spiegelkammer, in welcher ein unter etwa 45° geneigter, im Zentrum unbelegter Spiegel *R* sich befindet, der durch eine seitlich eingefügte Kondensorlinse das Licht von einer äusseren starken Lichtquelle, am besten der Sonne selbst, empfängt und es durch den Ohrtrichter auf das Trommelfell schickt. Verbindet man nun die Spiegelkammer mittels einer längeren oder kürzeren Hülse mit einer Lupe oder einem zusammengesetzten Mikroskop, dessen Objektivlinse natürlich einen beträchtlich langen Fokus haben muss, so gelingt es, das erleuchtete Trommelfell im vergrösserten Bilde (aufrecht oder umgekehrt) zu beobachten, und zwar mit der Lupe etwa 4 mal, mit dem Mikroskop 16 mal vergrössert.

Ist der Apparat dem Gehörgang eingefügt, so bildet er mit letzterem einen luftdicht abgeschlossenen Raum, und es wird daher eine besondere

Zuleitung der Luftschwingungen nothwendig; demgemäss ist in die Fassung der Kondensorlinse ein Gummischlauch mit Mundstück eingesetzt, durch den der Untersuchende in das Ohr hinein spricht oder athmet. Die Exkursionen des Trommelfells werden alsdann durch das Mikroskop zur Beobachtung gelangen und zwar besonders nach vorgängiger Bestäubung mit körnigen hellen Farbstoffen (Amylumpulver). Weber-Liel hat mit dem Instrument bereits erhebliche Resultate gewonnen, welche zu erörtern hier nicht der Platz ist. Er bemerkt selbst, dass die Untersuchung wegen der schwierigen Fixirung des Objektes in seiner Stellung zur Beleuchtungsquelle und schwierigen Adjustirung des Mikroskopes selbst keine leichte ist, sondern andauernde Uebung verlangt.

Ohne Zweifel würde sich die letztere Schwierigkeit, das vorsichtige Einschieben des Tubus in die Hülse, nachdem die Beleuchtung des Trommelfells arrangirt ist, sehr verringern, wenn hierbei die von Schmidt & Hänsch angegebene Schneckenvorrichtung für grobe Einstellung zur Verwendung käme, welche Verbesserung hierdurch ausdrücklich empfohlen werden soll.

Nebenapparate.

Dass es in einer so reichhaltigen Mikroskopausstellung, wie sie der vorstehende Bericht kurz resumirt, nicht an mannigfachen, interessanten Nebenapparaten für solche Instrumente fehlen würde, war vorauszusehen; es ist in der That auch darin vieles geleistet worden, indessen sind es nur zum kleinsten Theil neue Erfindungen, so dass es genügen wird einiges davon zu erwähnen.

Auch in diesem Gebiete nimmt die Firma R. Fuess einen hervorragenden Platz ein. So einfach und harmlos solche kleinen Nebenapparate der mikroskopischen Technik häufig auch aussehen, so weiss jeder Praktiker, dass häufig das ganze Geheimniss einer bahnbrechenden Untersuchung, die lange vergebliche Beobachtungsreihen zum Abschluss bringt, in der glücklichen Kombination derartiger Hülfmittel beruht. Wie z. B. Brefeld's wichtige Untersuchungen über die Entwickelung des Bacillus subtilis nicht wohl ohne die Benutzung der eigenthümlichen feuchten Kammern möglich war, wie sie Ch. F. Geissler Sohn liefert. In der originellsten, von der sonst üblichen am meisten abweichenden Form (Fig. 161 *A*) findet sich in einem Glasröhrchen von nahezu kapillarem Durchmesser eine tellerförmige Erweiterung eingeschaltet, deren auf die Dicke eines feinen Deckgläschens reduzirte Mitte von der Ober- und Unterseite her sich so nähern, dass zwischen beiden Glaslamellen nur ein höchst geringer

Raum übrig bleibt. Ein Tropfen Flüssigkeit, der durch das Röhrchen in die tellerförmige Erweiterung aufgesaugt wird, bleibt durch Kapillarattraktion unvermeidlich in dem Zentrum der Scheibe ohne auszutrocknen und bietet seinen Inhalt mit Leichtigkeit den stärksten Objektiven zur Untersuchung dar. Andere verwandte Modelle haben ungleiche Zuleitungsröhren, die eine kürzer und weiter, die andere dünn, knieförmig gebogen (Fig. 161 *B*), oder die tellerförmige Scheibe ist unten offen und auf eine

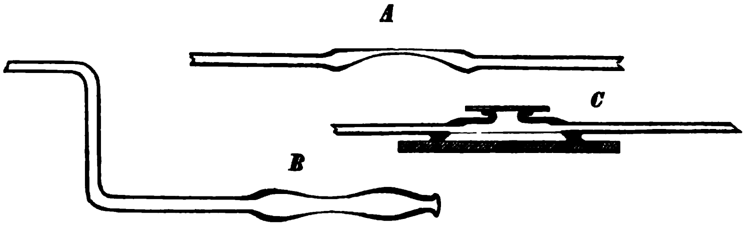


Fig. 161.

plane Glasplatte aufgeschliffen, während oben eine andere von abgeschliffenem Rande umgebene, kleinere Oeffnuug dazu bestimmt ist, das Deckglas mit dem Objekt im hängenden Tropfen aufzunehmen (Fig. 161 *C*). Anderweitige hier zu übergehende Variationen lassen das Anpassungsvermögen dieser kleinen Apparate an bestimmte Anforderungen der Wissenschaft erkennen, gleichzeitig aber auch die Bereitwilligkeit der Firma, derartigen an sie gestellten Anforderungen gerecht zu werden.

Erwähnungswerth erscheint noch ein recht einfacher und handlicher heizbarer Objekttisch, welcher dem Max Schulze'schen und Stricker'schen vorzuziehen sein dürfte, der von Fuess ausgestellte Senarmont'sche Apparat (Fig. 162 a. folg. S.). Er besteht aus einem Parallelopipedum von dünnem Blech *K*, das an einem Ende offen ist, am andern aber auf kreisförmigem Ausschnitt der unteren Fläche einen zylindrischen Ansatz trägt, der von einer Glimmerplatte umspannt ist. Auf die Mitte der rechteckigen Metallröhre ist eine Platte *s* mit ringförmiger Vertiefung aufgesetzt, die zur Aufnahme des ebenso gestalteten Thermometers bestimmt ist, während eine schräg zur Seite gehende stabförmige Verlängerung der Platte die zugehörige Skale des Thermometers trägt.

Sendet nun eine unter den zylindrischen Ansatz gestellte Lampe *L* erwärmte Luft durch den Hohlraum des Blechkastens, so geht die Wärme von der zentralen Platte auf das hier aufgelegte Präparat und das Thermometer über. Die Ableitung auf den Objekttisch des Mikroskops ist durch Anfügung eines Ringes von Hartgummi unter der durchbohrten

Mitte des Wärmekastens bewirkt. Als Vortheile des Apparates sind auch die Beseitigung der sonst ausserordentlich lästigen freien Flamme, die Schnelligkeit und Ausgiebigkeit der Wirkung, sowie die Möglichkeit, mit sehr geringer Wärmequelle auszukommen, hervorzuheben.

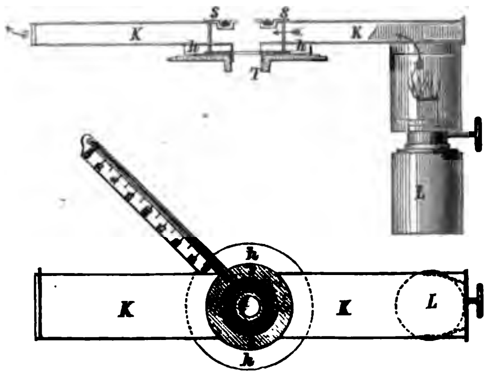


Fig. 162 ($^1/_8$ natürl. Gr.).

Auch ein anderer kleiner Apparat, über den das Rad der Zeit erbarmungslos hinwegegangen ist, taucht hier wieder auf wie ein alter Bekannter aus der Vergangenheit, der Lieberkühn'sche Spiegel. Für manche Untersuchungen wie an unvollkommen durchsichtigen Mineralien, deren oberflächliche Gestaltung festzustellen ist, bei Korallenthieren, Entozoen und anderen Thieren überhaupt, dürfte dies kleine optische Hülfsmittel auch heute noch mit Nutzen zu verwenden sein.

Hieran schliesst sich eine in ihrer Art bedeutende Firma, über welche weiter unten mehr zu sagen sein wird, Dr. Kaisers's Institut für Mikroskopie. Wie die ganz allgemein gefasste Bezeichnung derselben schon andeutet, liegt hier das Bestreben vor, ein Lager zu schaffen, in dem alle die mannigfachen Bedürfnisse des praktischen Mikroskopikers ihre Berücksichtigung finden, d. h. Mikroskope, Nebenapparate, Präparate und Chemikalien, Produkte eigener und fremder Fabrikation: ein dankenswerthes Unternehmen, welches besonders, was die Präparate anlangt, noch eingehendere Besprechung verdient.

Ein derartig vielseitiges Geschäft wird sich um die Beschaffung manches kleinen Nebenapparates kümmern können, und so sehen wir dieselben gerade bei der genannten Ausstellung in der That besonders berücksichtigt: Präparirbestecke, Präparatenkartons, Apparate zum Ziehen der Lackringe, bis herunter zu den Deckgläsern und Objektträgern mannig-

fachster Form und Grösse, unter letzteren originell diejenigen mit kreisförmig eingeschnittener Furche um eine mittlere plangelassene Erhebung.

Es ist alsdann hier zuerst seiner besonderen Form wegen ein Apparat zu erwähnen, welcher in neuester Zeit ein stehendes Kapitel der einschlägigen Literatur bilden zu wollen scheint, ein Mikrotom. Nachdem bereits in den dreissiger Jahren solche Instrumente von Oschatz konstruirt wurden[1]), schoben die Mikroskopiker sie später achselzuckend in die Rumpelkammer als müssige instrumentelle Spielereien ohne reellen Nutzen, bis dieselben im letzten Jahrzehnt eine ungeahnte Bedeutung erlangten. Das scheinbare Räthsel löst sich sehr einfach: Die Anwendung und gleichzeitig die steigende Vervollkommnung der Mikrotome hat gleichen Schritt gehalten mit dem sich plötzlich entwickelnden Bedürfniss.

Heutigen Tages stellt die Wissenschaft mancherlei Fragen auf, welche ohne die Benutzung der Mikrotoms nicht wohl zu lösen sind, nämlich die Untersuchungen, wo Resultate ohne die vollständige Orientirung über alle einzelnen Theile des Präparates nicht wohl zu erhoffen sind. Selbst bei geschicktester Handhabung des Messers ohne mechanische Unterstützung sind die Verluste an Material und die technischen Unvollkommenheiten der Schnitte in der Regel bedeutend genug, um die Resultate zweifelhaft zu machen. Würde es aber auch möglich sein, die aussergewöhnliche Fertigkeit im Schneiden zu erlangen, so haben wohl die wenigsten Forscher genügende Musse, sich auf solche equilibristische Kunststücke einzuüben.

Der fast dreissigjährige Stillstand in der Entwickelung der Mikrotome ist die Ursache geworden, dass früher Geleistetes der Vergessenheit anheimfiel und als neu in die Welt geschickt wird, was älteren Autoren als Verdienst zuzusprechen ist[2]). Interessant ist nun, dass von der Firma Dr. Kaiser ein Mikrotom ausgestellt wird, welches die älteste Oschatz'sche Idee am vollständigsten wiedergiebt (Fig. 163), freilich hat die Kultur das unbehülfliche alte Modell stark beleckt und den Anforderungen der Zeit besser angepasst. Die unvollkommene Messerführung von jenem ist an dem neuen, zierlich gestalteten Instrument beseitigt, da hier die Unterlage für das Messer eine schwarze, kreisförmige Glasplatte *a* bildet, die in Metall gefasst und durch zwei elegante Säulchen mit dem Fuss des Instrumentes verbunden ist. Wie bei Oschatz wird das in einen Zylinder *b*

[1]) Beiträge zur Chemie und Mikroskopie von Dr. Franz Simon I, 128 u. 317. Später wurde das Instrument von Welcker verbessert (Ueber Aufbewahrung mikroskopischer Objekte nebst Mittheilungen über das Mikroskop und dessen Zubehör, Giessen 1856).

[2]) Besonders auffallend tritt diese Nichtberücksichtigung früherer Leistungen in Schiefferdeckers Aufsatz: „Ueber ein neues Mikrotom" u. s. w. (Arch. für mikrosk. Anat. 1876 Bd. 12 Heft 1) hervor, welcher unter seinem Namen ein Mikrotom in die Welt schickt, das in allen wesentlichen Theilen mit dem des Amerikaners Smith übereinstimmt. (Vergl. die Abbildung in: Benecke, Mikroskopische Photographie.) Auch sonst können seine historischen Angaben über die in Rede stehenden Instrumente auf Genauigkeit keinen Anspruch machen.

eingefügte Objekt durch eine von unten her gegen den Boden des Zylinders wirkende Mikrometerschraube *c* mit Theilung auf dem Schraubenkopf und seitlichem Index gehoben und nach und nach in der durchbohrten Mitte der oberen Platte dem Messer zur Abtragung dargeboten. Für die An-



Fig. 163.

forderung, den Objektzylinder aus der ihn umschliessenden Hülse bequem herausnehmen und wieder einfügen zu können, ist gleichfalls Sorge getragen. Die stabile Aufstellung dürfte zur sicheren Messerführung viel beitragen, da beide Hände zur Verfügung bleiben; als Uebelstand erscheint der verhältnissmässig geringe Durchmesser des Zylinders, weil er die Grösse der zu verwendenden Objekte auf ein geringes Maass (etwa 2 cm) im Durchmesser beschränkt.

Die Berliner Industrie liefert übrigens Mikrotome nach Oschatz's Prinzip, wobei es offenbar irrelevant ist, ob man das Objekt durch Mikrometerschraube hebt oder den Teller gegen dasselbe in gleicher Weise senkt, in der von Gudden vorgeschlagenen Modifikation mit den eigenthümlichen, starkrückigen Messern in ziemlicher Auswahl[1]), wenn dieselben auch auf der Ausstellung nicht vertreten waren.

Auch das konkurrirende Prinzip des Mikrotoms, die Erhebung des Objektes, anstatt durch Mikrometerschrauben, durch allmälige Verschiebung auf einer ansteigenden Ebene zu bewirken, während für das Messer eine Führung auf horizontaler Ebene daneben angebracht ist, sehen wir bei Kaiser ausgestellt, ebenfalls in einer Form, wie sie den älteren Modellen nahesteht. Dieses ursprünglich von Rivet beschriebene, von Grönland in Deutschland verbreitete hölzerne Modell wurde in Leipzig auf Veranlassung von Brandt und Kossman durch Leyser in Metall ausgeführt, während

[1]) Besonderes Verdienst um die Herstellung solcher Mikrotome hat sich der Instrumentenmacher Thamm erworben, doch auch andere Fabrikanten wie z. B. Thate liefern solche.

Weigert und Long in Breslau später die Gestalt des Messers, Long auch seine Befestigungsweise und die Länge der Schiene abänderten. Grönland[1]) ist neuerdings wieder für das hölzerne Modell eingetreten, obgleich es auf der Hand liegt, dass selbst sehr resistentes Holz die bei vielen Mikrotomarbeiten unvermeidliche Benetzung des Instrumentes mit Flüssigkeit nicht ohne Nachtheil für die Arbeit ertragen kann. Es ist nur zu vermuthen, dass der Autor solche Umstände vermeidet.

Auch das vorliegende Mikrotom der Kaiser'schen Ausstellung ist in Holz und zwar von mässiger Festigkeit ausgeführt, das etwas kurze Messer zeigt die knieförmige Biegung zwischen Klinge und Stiel, wie sie Weigert angegeben hat. Wer nur geringe Anforderungen an ein Mikrotom zu stellen hat, kann mit solchem billigen Instrument vielfach auskommen, doch möchte eine geschickte Hand gegen dasselbe schon eine gefährliche Konkurrenz zu bewirken vermögen.

Viel leistungsfähiger, freilich auch kostspieliger ist eine andere Modifikation des Rivet'schen Mikrotoms, wie sie vom Berichterstatter bereits im Jahre 1875[2]) beschrieben und seitdem noch mehrfach verbessert wurde. Es ist durch die auch sonst sehr rühmlich vertretene Firma von H. Windler ausgestellt, welche sich um die preiswürdige Herstellung des Instrumentes grosse Verdienste erworben hat. Das vorliegende Modell (Fig. 164 a. folg. S.) hat von dem ursprünglichen Rivet'schen wenig mehr als das Prinzip, d. h. die ansteigende und die horizontale Schiene an senkrechter Platte befestigt, beibehalten; diese Theile sowie die auf den Schienen gleitenden, sauber eingeschliffenen sind durchweg in Metall ausgeführt. An Stelle der für zarte Objekte fast unbrauchbaren, zum Ausweichen unter die Messerschneide neigenden Klammervorrichtung trägt die links ansteigende Schiene einen festen Messingschlitten *e*, der im unteren Theil mit Blei ausgegossen ist. Auf seinem inneren horizontalen Boden lassen sich Metallkästchen *l* verschiedener Grösse einsetzen, die in der gewählten Stellung durch Klemmschrauben *n* fixirt werden. In diese Metallkästchen wird das zu schneidende Objekt fest eingefügt, und zwar eignet sich hierzu (ohne andere Befestigungsweisen wie Einklemmen u. s. w. auszuschliessen) Umgiessen des trockenen oder wenigstens äusserlich abgetrockneten Objektes mit Wallrath[3]), nachdem

[1]) Des préparations microscop. etc. par J. Grönland, M. Cornu et G. Rivet, Paris 1873

[2]) Arch. für Anatomie und Physiologie 1875.

[3]) Mangelhafte Umhüllung mit Wallrath ist häufig ein Grund des Misslingens der Arbeit. Es empfiehlt sich zunächst durch Uebergiessen des Präparates eine dünne Schicht um dasselbe zu legen, die man, erstarrt, durch nachträgliche stellenweise Schmelzung mit erhitzter Messerklinge oder Aehnlichem zum dichten Anschluss bringt. Auch die beim Erkalten des Wallraths zwischen der Masse und den Wänden des Kästchens auftretenden Spalten beseitigt man am bequemsten durch Einsenken eines erhitzten Metallinstrumentes. Dasselbe gilt übrigens auch von den Einbettungen bei den Gudden'schen Mikrotomen, wo die Massen sich beim Erstarren gleichfalls von der Wand zurückziehen.

man ihm auf ebensolcher Unterlage im Kästchen die gewünschte Stellung angewiesen hat. Selbstverständlich muss der zu schneidende Theil über das obere Niveau des Kästchens hervorragen und der unmittelbar zur Abtragung mit dem Messer kommende Theil sollte stets (ebenfalls wie bei den Gudden'schen Mikrotomen) möglichst von der Einbettungsmasse frei sein. Zur Unterstüt-

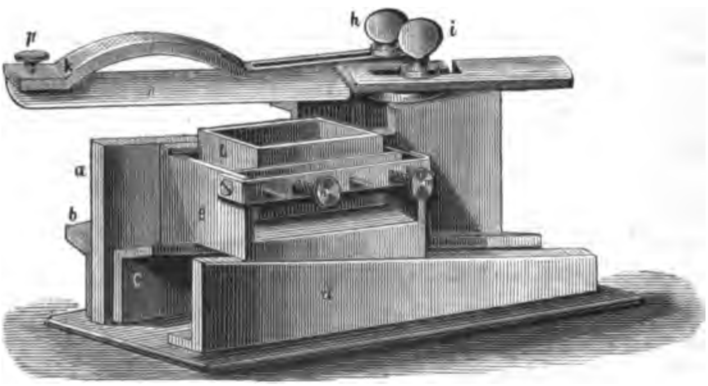


Fig. 164.

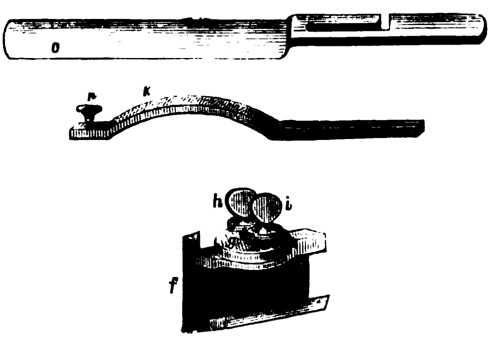


Fig. 165.

zung des Objektschlittens nach aussen dient eine senkrecht gestellte Schiene, welche seine Bewegung sichert. Schiebt man den Schlitten vorwärts, so erhebt er sich gleichzeitig und lässt die erzielte Erhebung an der Eintheilung auf der senkrechten Platte mittels einer Noniustheilung bis auf die Zenteltheilstriche ablesen. Nach der üblichen, schon den früheren Rivet'schen Modellen eigenen Eintheilung beträgt die Erhebung 0,1 mm für 1 mm Vorwärtsbewegung, es lässt sich also 0,01 mm bequem einstellen.

Das Messer, welches gegen den auf solche Weise erhobenen Theil des Präparates wirken soll, ruht auf der rechtseitigen, horizontalen Schiene mittels eines Schlittens (vergl. Fig. 165), der auf seiner oberen Fläche eine exzentrische Scheibe *g* trägt. Durch die Drehung dieser Scheibe lässt sich das unter einer senkrecht stehenden Klemmschraube *i* eingefügte Messer in ganz beliebige Stellungen bringen und durch Anziehen dieser sowie der achsialen Schraube *h* der Scheibe auch befestigen. Es wird dadurch dasselbe, was Weigert und Long (später) erstrebten, noch in viel ausgedehnterem Maasse erreicht, ohne dass das Messer eine dem Abziehen so hinderliche Gestalt anzunehmen braucht wie bei Weigert. Es lässt sich in seinem Schlitz vor- und zurückziehen, steil, schräg oder quer stellen, je nachdem es das augenblickliche Bedürfniss erheischt.

Bei allen Schiebermikrotomen macht sich ein Uebelstand bemerklich, der in der Neigung des nur an seinem Stiel befestigten Messers beruht, bei stärkeren Widerständen im Objekt mit dem freien federnden Theil der Klinge nach oben auszuweichen. Dieser Uebelstand wird sehr erheblich durch den Metallbügel *k* (Fig. 164 u. 165) reduzirt, welcher unter die achsiale Schraube *h* der exzentrischen Scheibe geschoben wird und mit den beiden Armen des geschlitzten Schwanztheiles dieselbe umgreift, während der vordere Theil im Bogen gegen das Messer sich vorstreckt. Ist der Bügel in seiner Stellung über dem Messer fixirt, so legt sich die kleine Stellschraube *p*, welche den Kopftheil durchbohrt, beim entsprechenden Anziehen so auf die Klinge, dass sie einem Ausweichen derselben nach oben sich mit der ganzen Kraft des starken Metallbügels entgegenstemmt. Ausserdem liegt an dem so adjustirten Messerträger der Schwerpunkt weiter nach links hinüber und befördert die sichere Anlagerung des Messers an die senkrechte Platte.

Das Schneiden geht nun einfach so vor sich, dass die tiefstehende linke Hand den Objektträger mit dem im Kästchen befestigten Objekt fixirt und die rechte Hand auf der (am besten etwas eingeölten) Schiene die (mit schwachem Alkohol, Glyzerinwasser oder Nelkenöl befeuchtete) Klinge über das Objekt wegführt unter Abtragung des über das Niveau der Klinge vorstehenden Theiles. Mangelhafte Fixirung des Präparates oder der Klinge, falsche Stellung der Schneide, so dass sie nicht den tiefsten Theil des Messers bildet[1]), oder Unschärfe sind Ursachen etwaigen Misslingens, für welche der Apparat selbst natürlich nicht die Schuld trägt. Zur passenden Erhebung des Objektes sind ausser der Verschiebung auf der Schiene

[1]) Trotz aller Mühe gelangen anfänglich die Messer nicht alle nach Wunsch. Ein Messer, welches, festgeschraubt, auf dem Träger mit dem Rücken tiefer steht als mit der Schneide, drückt selbstverständlich auf das Präparat und zwingt die Schneide, über dasselbe auszuweichen. Man achte daher sorgfältig auf diesen Punkt. Es wird sich auch empfehlen, Messer verschiedener Form je nach Bedürfniss zu wählen, wofür in Zukunft gesorgt werden soll, ebenso wie für Verlängerung der Schienen um einige Zentimeter.

Metallplatten beigegeben, welche nach Bedürfniss unter die Objektkästchen gelegt werden.

Schliesslich sei hier bemerkt, dass die Mikrotome überhaupt keineswegs eine Eselsbrücke darstellen, die der Ungeschicklichkeit eröffnet wird, sondern unter allen Umständen wird der Geschickte mit einem solchen Instrument mehr leisten und es besser auszunützen wissen als der Ungeschickte. Es wird aber andererseits der Ungeübte schneller und sicherer zu wenigstens brauchbaren Resultaten gelangen, wenn ihm auch die Eleganz der Präparation noch mangeln dürfte.

Nächst Dr. Kaisers Institut ist es die Firma Klönne & Müller, welche der praktischen Mikroskopie näher tritt und daher auch Nebenapparate reichlich ausgestellt hat, ohne darin gerade wesentlich neues zu bringen, während sie hinsichtlich der Präparation selbst mit Kaiser in bemerkenswerther Weise konkurrirt. Beide Firmen führen mikroskopische Präparirbestecke, Präparatenkästchen und aehnliches in reicher Auswahl, daneben auch Chemikalien und Utensilien zur Mikroskopie. Es wäre zu wünschen, dass das Bestreben dieser Firmen, allen durch die Zeit gebotenen Anforderungen gerecht zu werden, im Publikum ein recht warmes Entgegenkommen fände, damit der Berliner Mikroskopiker nicht mehr gezwungen ist, einer Wenigkeit eines bestimmten Lackes oder Farbstoffes wegen in diplomatische Verhandlungen mit auswärtigen Mächten zu treten, d. h. sie sich aus London, Paris, oder doch wenigstens aus Frankfurt a. M., Rostock, Greifswald oder sonst woher zu beschaffen.

Nebenapparate in grösserer Zahl sehen wir ferner in der Ausstellung von Schieck; hier beziehen sich dieselben aber weniger auf die Präparation als auf die optischen Anforderungen. Besonders vollständig sind Zeichenprismen und Zeichenapparate nach den verschiedenen üblichen Modellen von Nachet, Milne-Edwards, Oberhäuser vorhanden, ausgeführt mit der auch oben schon hervorgehobenen anerkennenswerthen Sauberkeit. Beleuchtungsapparate sind ebenfalls sehr vollständig, darunter der schon an anderer Stelle erwähnte Abbe'sche. Von Interesse für den Arzt ist in der Schieck'schen Ausstellung endlich ein Cornealmikroskop zur Untersuchung der Hornhaut des Auges bei Patienten. Das Instrument ist an einer 50 cm langen Stahlstange verstellbar, die an den Tisch fest geschraubt wird. Der Tubus, mit Zahn- und Triebbewegung versehen, ist zum Ausziehen konstruirt und an einem nach allen Seiten beweglichen Kugelscharnier befestigt. Zur Beleuchtung dient ein Hohlspiegel oder eine bikonvexe Sammellinse. Der optische Theil des Apparates besteht aus einem achromatischen Okular mit sehr grossem Gesichtsfeld und drei Objektiven (No. 00, 0 u. 1), die Vergrösserung bis zu 30 linear ergeben.

Von den anderweitigen Nebenapparaten erinnert einer nochmals an den Begründer unserer heutigen Kenntniss der niederen Thierwelt, Ehrenberg, nämlich das in verschiedener Konstruktion ausgeführte künstliche Kom-

pressorium, welches von ihm mit besonderer Vorliebe und Geschicklichkeit gehandhabt wurde. In der That leistet ein geeigneter Druck auf das Deckglas mit der Präparirnadel aus freier Hand oder nach Bedürfniss zwei Glasstückchen, die zwischen einen Messingquetschhahn geklemmt werden, nahezu das Gleiche, die Trichinenfrage scheint aber dem seit Jahren todten Apparat neues Leben verliehen zu haben, denn er fehlt fast in keiner der verschiedenen Detailausstellungen.

So hat z. B. Wasserlein ein Kompressorium nach eigener Konstruktion ausgestellt mit Doppelhebel, welches dadurch besondere Vortheile gestattet; dass es erlaubt das komprimirte Objekt in diesem Zustande je nach Bedürfniss von der einen oder anderen Seite zu betrachten.

Ausser diesem in seiner Einfachheit ingeniösen kleinen Apparat wäre hier noch ein anderer zu erwähnen, welcher im Gegentheil Interesse erweckt durch die künstliche, mit grossem Fleiss konstruirte Anordnung und deshalb trotz des sehr speziellen Zweckes auch in weiteren Kreisen gekannt zu sein verdiente. Dies ist der von Bohm erdachte Wollmesser, dessen eigentlicher Zweck die Untersuchung der Wolle des Schafes unter dem Mikroskop ist, der aber auch mit Nutzen zu anthropologischen Vergleichungen des menschlichen Haares sowie der sonstigen faserigen Elemente, wo es darauf ankommt, die Dickenverhältnisse, Drehung um die Achse sowie Veränderungen unter Einwirkung bestimmter Agentien festzustellen.

Das Prinzip des in beistehender Figur (Fig. 166) dargestellten Apparates ist an sich einfach genug: das zu untersuchende Haar oder die Faser wird

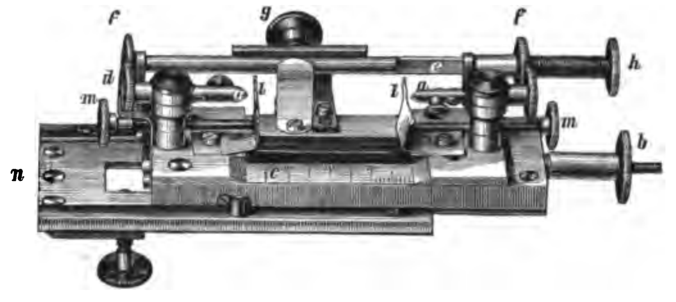


Fig. 166 (½ natürl. Gr.).

zwischen zwei pinzettenartige Klemmen *a* gebracht, in welchen es so fixirt wird, dass es dieselben an der nach innen gewendeten Spitze verlässt. Da die eine Klemme auf der Fussplatte *c* mittels der diese durchbohrenden Schraube *b* beweglich ist, so lässt sich das Objekt anspannen und der Grad der Anspannung an einer der Fussplatte eingeschnittenen Skale ablesen.

Ferner kann man nun, da die Klemmen einzeln um ihre Achse drehbar sind, das eingespannte Objekt, falls es gedreht ist, entkräuseln und auch diesen Vorgang durch die mit Index versehene Eintheilung auf dem krenelirten Kopf *d* der Klemme genau registriren. Um nun aber das Objekt in seinen verschiedenen queren Durchmessern unter dem Mikroskop genau messen zu können, ist es erforderlich, dasselbe nach Gefallen in seiner Totalität zu drehen. Dazu dient die Stange *e*, deren zwei krenelirte Köpfe *f* den entsprechenden der Klemmen durch die Schraube *g* so entgegengeführt werden, dass sie wie Zahnräder in diese eingreifen. Nun genügt die einfache Drehung der Stange *e* mittels des dritten Kopfes *h*, um beide Klemmen in übereinstimmende Rotation zu versetzen und also das Objekt nach seinen verschiedenen Durchmessern einstellen und messen zu können.

Es erübrigt noch die Möglichkeit einer gleichzeitigen chemischen Behandlung zu schaffen. Zu diesem Zweck trägt die Fussplatte zwei federnde Stützen *l* mit oberem Ausschnitt zur Aufnahme eines kleinen Objektträgers. Dieselben richten sich auf, wenn die daran lagernden, den Fuss der Klemmen durchbohrenden Schrauben *m* angezogen werden, und nehmen dadurch das Objekt auf der Fläche des Objektträgers auf. Jetzt lässt es sich mit Deckglas bedecken und wie irgend ein anderes Objekt mit Säuren, Alkalien u. s. w. behandeln. Durch Gesammtverschiebung des Apparats auf einer dem Objekttisch des Mikroskopes aufzusetzenden Platte *n* wandert das Objekt nach Bedürfniss in querer Richtung durch das Gesichtsfeld.

Es lässt sich nicht leugnen, dass manche der hier berücksichtigten Anforderungen sich auch auf andere Weise ohne besonderen Apparat bewerkstelligen lassen, wie das Anspannen, Drehen und so weiter, jedoch würde ohne besondere Geschicklichkeit sich nur schwer eine gleich grosse Sicherheit und Genauigkeit in dieser Arbeit erzielen lassen, als sie das ingeniöse Instrument auch dem Ungeübten gewährleistet.

Das Gebiet seiner Anwendbarkeit darf man gewiss für grösser annehmen, als der Erfinder ursprünglich selbst im Auge hatte, und sollte der grosse vom Verfertiger darauf verwendete Fleiss keineswegs vergeblich aufgewendet sein. Möge der Apparat hiermit zu weiteren Untersuchungen in den angedeuteten Gebieten, besonders auch zum vergleichenden Studium des menschlichen Haares empfohlen sein.

Mikroskopische Präparate.

Wohl keine Seite der mit dem Mikroskop verknüpften technischen Leistungen dürfte in den maassgebenden Kreisen eine so ungleiche, wechselnde Beurtheilung erfahren, als die mikroskopische Präparation, soweit dieselbe auf die Herstellung von Dauerpräparaten abzielt. In der That muss diese Beurtheilung eine verschiedene sein, je nach dem Standpunkt, welchen man einnimmt, und nach den speziellen Anforderungen, die man an das mikroskopische Bild zu stellen hat. Es fehlt nicht an namhaften Forschern, welche die Herstellung von Dauerpräparaten überhaupt für einen heruntergekommen Standpunkt, für ein Stadium der Seneszenz des Mikroskopikers halten. Wäre dieser Standpunkt allzeitig berechtigt, so hätte man die mühsame Technik, welche sich mit solchen Arbeiten abgiebt, nicht zu untersuchen, sondern müsste alles daran setzen, sie mehr und mehr zu diskreditiren.

Es lässt sich nicht leugnen, dass der frischen Untersuchung stets der erste Platz gebührt, dass die Technik, welche danach strebt, das Objekt ohne weitere Präparation, die organischen Körper womöglich im lebenden Zustande unter dem Mikroskop dem Auge vorzuführen, die höchste Berücksichtigung verdient und vor allem geübt werden sollte, wenn auch die dabei gewonnenen Bilder nicht immer auf Eleganz Anspruch erheben können.

In dieser Art der Untersuchung ist es schwerer eine bemerkenwerthe Gewandheit zu erlangen als in anderen durch die Schönheit der Resultate glänzend hervorstechenden Methoden, und alle kleinen hier zur Verwendung kommenden Hülfsmittel, gewöhnlich nur beiläufig als selbstverständlich erwähnt, verdienten wohl eine sorgfältigere Berücksichtigung. Da aber die Anfänger sich leider zu selten die Zeit nehmen (vielfach durch die Unmöglichkeit gezwungen) die frische Untersuchung mit hinreichender Rutine ausführen zu lernen, so ist die Summe der Details, welche von der grösseren Menge der Beobachter an solchen Präparaten erkannt wird, äussert dürftig: verworrene Zerrupfungspräparate, undursichtige Abschnitzel dichter Gewebe, gequetschte Zellen in einer durch ausgetretenen Inhalt trüben Flüssigkeit, zerronnene oder gequollene Bruchstücke anderer elementarer Theile: das sind die üblichsten Bilder von frischen Objekten, deren Uebereinstimmung mit der idealen Darstellung des Lehrbuches seufzend gesucht und äusserst selten gefunden wird. Daher gehört es selbst da, wo die Beschaffung des Materials keine Schwierigkeiten macht, vollständig unter die frommen Wünsche, für die Demonstration beim wissenschaftlichen Vortrag mit frischen, dem Objekt unmittelbar entnommenen Präparaten auszureichen. Nun kommt hinzu, dass wohl der grössere Theil des Materials nicht immer zur Hand

sein kann: Wer möchte es unternehmen beim Vortrag über Eingeweidewürmer menschliche oder thierische Eingeweide so lange zu durchwühlen, bis ihm der Zufall auch nur den häufigsten Bandwurm oder Rundwurm frisch in die Hände liefert? Wie soll man die zierlichen Bildungen der Polycystinen von Barbados, der Räderschnur einer Chirodota, der Anker und Platten einer Synapta der tropischen Meere und aehnliches stets am ad hoc frisch verfertigten Präparat demonstriren?

Ferner ist zu bedenken, dass ein grosser Theil der zartesten Objekte oft erst nach vorgängiger künstlicher Präparation sich in ihrer ganzen Anordnung und ihrem Verhältniss zu einander verfolgen lässt, wie z. B. die Schichtung der Netzhaut des Auges, die komplizirte Zusammensetzung des Corti'schen Organs, der feinere Bau des Gehirns und Rückenmarks u. s. w.; dann schliesst die Präparation bei vielen Methoden, besonders bei denen, wo Kanadabalsam zur Aufhellung benutzt wird, die Konservirung ein, das für die Untersuchung aufgeschlossene Präparat ist gleichzeitig Dauerpräparat, sofern man es nicht misshandelt. Was der emsige Forscher an solchen Objekten mit kundiger Hand dargestellt und selbst erkannt hat, er vermag es anderen zu demonstriren, er hat die Beweisstücke unter der Hand, seine Ansichten zu stützen und vorhandene Irrthümer kühn zu bekämpfen. Wie bedeutende Erfolge hat die mikroskopische Technik darin nicht schon errungen und wer will ihr die Grenze für das noch zu Erreichende vorschreiben? In der That ist beim heutigen Stande der Wissenschaft das Bedürfniss der objektiven Demonstration am Präparat so dringend geworden und so allgemein anerkannt, dass wohl wenig wissenschaftliche Institute existiren, wo Mikroskope zur Verwendung kommen, die nicht einen grösseren oder kleineren Schatz von Dauerpräparaten zu gelegentlicher Verwendung führen. Ebenso sicher ist aber auch, dass viele dieser Sammlungen zur Zeit noch ausserordentlich lückenhaft sind und mancherlei Unbrauchbares enthalten, so dass der ungerechter Weise dem Prinzip gemachte Vorwurf der Seneszenz wenigstens den einzelnen Präparaten mit mehr Recht zur Last fiele.

Diese Uebelstände sind augenblicklich noch unvermeidlich, denn wie sollen die Sammlungen, welche in ihrem besten Theil meistens Geschenke verschiedener Autoren sind, erneuert und ergänzt werden? Der Zoologe, welcher gewisse botanische Präparate, der Botaniker, der zoologische, der Physiologe, der histologische und embryologische braucht, er kann sich unmöglich in die verschiedenen komplizirten Methoden so einarbeiten, um selbständig den höchsten Anforderungen der Methodik in den speziellen ihm ferner liegenden Gebieten zu genügen.

Als natürliches Ergebniss der angedeuteten Verhältnisse werden häufig Stimmen der um Demonstrationspräparate verlegenen Personen aus den Kreisen der Lehrenden wie der Lernenden laut, die da fragen: „Wer liefert mikroskopische Präparate?“ „Wie kann ich mir und anderen irgend ein

schwieriges Objekt am Präparat klar machen?" „Wo erhalte ich ein bestimmtes, seltenes oder fremdländisches mikroskopisches Material?"

Die Antworten auf solche Fragen können zur Zeit nur unter einer gewissen Reserve gegeben werden, da keine Firma (auch im Auslande nicht) existirt, welche den billiger Weise zu stellenden Anforderungen an die Technik der mikroskopischen Präparation mit einiger Vollständigkeit genügte. Es fehlt nicht sowohl an geschickten Präparatoren, aber sie arbeiten wie die Fachleute selbst als Spezialisten, und die von ihnen beiläufig berücksichtigten Gebiete erscheinen allzu ungenügend vertreten. Diese Thatsache muss aufrecht erhalten werden bei aller Anerkennung, welche man den trefflichen Leistungen eines Möller, Bourgogne, Rodig und anderer zollt, und die Kataloge der Firmen sind wegen der Lückenhaftigkeit geradezu als Dokumente für die Richtigkeit dieser Behauptung zu bezeichnen.

In Berlin speziell wurde überhaupt in diesem Zweige lange nichts nennenswerthes geleistet, und es war daher gewiss ein verdienstvolles Unternehmen, als vor einigen Jahren Dr. Kaiser sich der Mühe unterzog, diese Lücke auszufüllen und eine Bezugsquelle für alle mit der Mikroskopie zusammenhängenden Gegenstände zu eröffnen, womit ein umfangreicher Vertrieb von mikroskopischen Präparaten aus den mannigfachsten Gebieten verbunden war. So wurde ein Anfang und eine Grundlage geschaffen, auf der sich dies Geschäft fröhlich weiter entwickeln sollte, mit der Aussicht, in nicht zu ferner Zeit fromme Wünsche, wie die oben angeführten, in angemessener Weise befriedigen zu können, zumal sich der Chef der Firma der Sache mit grosser Energie und Opferfreudigkeit annahm.

Wie die Ausstellung beweist, hat die bereits oben mehrfach erwähnte Firma auch jetzt diese Seite des Geschäftes noch nicht aufgegeben, obgleich die darauf gesetzten Hoffnungen bisher nicht vollständig realisirt wurden und Dr. Kaiser sich veranlasst sah auszuscheiden. Es ist hier nicht der Ort zu untersuchen, warum der Fortgang des Geschäftes den gehegten Erwartungen leider nicht entsprach, dagegen wird mit Vergnügen konstatirt, dass unter den ausgestellten Präparaten sich manche sehr anerkennenswerthe Serien befinden. Die künstlich geordneten Diatomeen[1]) rivalisiren in der Sauberkeit der Ausführung mit den rühmlichst bekannten Möller'schen Präparaten gleicher Art, die Insektenpräparate übertreffen die analogen des eben genannten Präparators an Akkuratesse. Auch histologische, botanische und pathologische Präparate finden sich in grosser Auswahl, doch könnte die Zahl derselben auf das zehnfache gebracht werden, um nur den gewöhnlichsten Anforderungen zu genügen. Zweifelhaften Werthes erscheinen trotz der unverkennbaren Kunst der Ausführung die pathologischen Präparate. Gerade bei solchen hat die mikroskopische Technik einen besonders schweren Stand; hier ist in der That der Unterschied

[1]) Dieselben rühren wie die Insektenpräparate meist von Herrn Getschmann her.

zwischen dem frisch untersuchten Objekt und dem künstlich aufgeschlossenen so bedeutend, dass es schwer wird sich in das selbst gefertigte Präparat hineinzudenken, und auch das eleganteste sorgfältig gefärbte Dauerpräparat giebt nur einen schwachen Ersatz für die frische Untersuchung.

Die üblichen Methoden, welche die Elemente normaler Gewebe in bestimmter kontrolirbarer Weise zur Anschauung bringen, reichen noch nicht aus, wo normales Gewebe sich mit pathologischem mischt, wo die künstlichen Färbungen mit pathologischen und den natürlichen streiten. Die sonst erstrebte Eleganz des Bildes dürfte in diesem Gebiet gänzlich in den Hintergrund zu stellen sein und die Färbemethoden nur, soweit ihre spezielle Wirkung sich genau kontroliren und auf dem Präparat kurz bezeichnen lässt, in Anwendung zu bringen sein. Dass in sachkundiger Hand sich auch aus der Pathologie vieles schwer zur Anschauung zu bringende an Dauerpräparaten demonstriren lässt, beweisen beispielsweise die Koch'schen Präparate von Bakterien haltigen Geweben und aehnliches. Wäre es nicht wünschenswerth, dass jeder Arzt sich z. B. am Präparat über die Formation der Spirochaete im Blut der mit wiederkehrendem Fieber Behafteten informiren könnte?

Hoffen wir daher, dass auch im pathologischen Gebiet die Technik bald genügende Fortschritte macht, um möglichst viele Erscheinungen an Präparaten zeigen zu können, die allgemein zugänglich sind. Speziell hinsichtlich der Firma Kaiser wäre zu wünschen, dass die erfreulichen Anfänge, welche gemacht wurden, um einem dringenden Bedürfniss Rechnung zu tragen, nicht verloren gingen, sondern dass sich sachkundige Nachfolger Kaisers fänden, welche das angefangene Unternehmen erfolgreich fortsetzen.

Dabei dürften zwei Momente besonders in's Auge zu fassen sein: Einmal wird die mikroskopische Präparation in gewissen Grenzen stets den speziellen Charakter behalten, und es folgt daraus die Nothwendigkeit, möglichst viele Techniker heranzuziehen und eine passende Vertheilung der verschiedenen Gebiete vorzunehmen. Die Firma ist den Präparatoren gegenüber Kommissionsgeschäft, und der Verdienst derselben bemisst sich wenigstens theilweise nach dem Absatz. Ferner muss der Preis der Präparate derartig sein, dass es auch dem weniger Bemittelten möglich ist sich seine Sammlung in ausgiebiger Weise zu kompletiren und dass zumal die höheren und niederen Bildungsanstalten sich nach Bedarf Sammlungen anschaffen könnten, da eine grössere Anzahl von Präparaten sich meist annähernd in der gleichen Zeit herstellen lässt wie ein einzelnes.

Dass bei genügender Verständigung unter den vorhandenen Kräften Berlin mit Erfolg auch in der Herstellung mikroskopischer Präparate konkurriren könnte, beweisen noch zwei ebenfalls bereits genannte Firmen der Ausstellung, nämlich Fuess durch seine Kollektionen prächtiger Steinschliffe für die mikroskopische Untersuchung, auf welche an anderer Stelle wohl

noch näher eingegangen wird[1]), und die Firma Klönne & Müller, deren Präparatenschatz zu den Kaiser'schen eine erfreuliche Ergänzung bildet.

Bei letzteren finden sich zahlreiche Kollektionen botanischer Präparate in musterhafter Ausführung zu soliden Preisen, besonders hervorzuheben sind aber die von Dunker herrührenden Präparate niederer Thiere, dargestellt nach Methoden, die zum Theil Geheimniss des Verfertigers sind. Wer es erfahren hat, wie eigensinnig sich nicht selten (zumal im Winter) das thierische Schleimklümpchen, die Amöbe, einer beabsichtigten Demonstration entzieht, begrüsst es gewiss mit Freude, „für alle Fälle" selbst diesen unglaublich zarten Organismus im Dauerpräparat ausgestreckt fixirt zu finden, und preist die Geschicklichkeit des Präparators, ohne sich darum der frischen Untersuchung entfremdet zu fühlen. Wie die Fortsätze der Amöben, erscheinen die Wimpern der ciliaten Infusorien und die Geisseln der Flagellaten noch wohl erkennbar und geben Zeugniss ab für die Leistungsfähigkeit der mikroskopischen Technik überhaupt.

Sicherlich darf man auch hier aus voller Ueberzeugung ein fröhliches Gedeihen des Unternehmens wünschen, und gewiss wäre die Aussicht dazu um so besser, wenn unter den mannigfachen Präparatoren eine Verständigung und Theilung der Arbeit erreicht würde.

Dies Prinzip der Arbeitstheilung, welches besonders der englischen Industrie in so ausgedehntem Maasse zu Gute kommt, wird bei uns in Deutschland bisher wohl noch immer zu wenig gewürdigt. Bei aller Anerkennung für die besprochenen mannigfachen Leistungen auf dem Gebiete der Mikroskopie, wie sie die Ausstellung vorführt, beschleicht es den Berichterstatter gleichsam wehmüthig, dass unmöglich auch nur ein grösserer Theil der verschiedenen Konkurrenten gleichzeitig in demselben Gegenstand prosperiren können.

Die vielbesprochenen harten, wenn nicht unberechtigten Vorwürfe, welche der deutschen Industrie neuerdings von maassgebender Seite gemacht wurden, erklären sich wenigstens theilweise aus dieser in der unendlichen Konkurrenz gegebenen Kräftezerplitterung und der daraus unvermeidlich folgenden Neigung, den Nebenbuhler, den die Ueberstürzung der Zeit verhindert durch die Güte der Leistung zu schlagen, an Billigkeit zu überbieten.

Dass diese Richtung der Industrie zu bekämpfen ist, daran kann gar kein Zweifel obwalten; andererseits aber lehrt die Gewerbeausstellung auch im Gebiet der Mikroskopie, dass in Berlin tüchtige Fabrikanten noch in genügender Zahl vorhanden sind, um, unbeirrt durch diese kurzlebige Konkurrenz, der Güte der Leistung nachzustreben, welche schliesslich doch stets den Sieg davon tragen wird.

Es finden sich schon die Leute, die etwas gutes auch gut bezahlen.

---

[1]) Vergl. den Bericht des Herrn Liebisch über krystalloptische Apparate.

Die krystalloptischen Apparate.

Berichterstatter:
Prof. Dr. Th. Liebisch, z. Z. Dozent an der Universität zu Berlin.

Die krystallographischen Instrumente dienen zur Ermittelung der Grössen, aus denen die geometrischen und physikalischen Konstanten der Krystalle abgeleitet werden können. Unter den geometrischen Konstanten, den Krystallelementen, versteht man fünf Grössen: die beiden Verhältnisse der drei Achseneinheiten und die drei, von den Achsenrichtungen unter einander eingeschlossenen Winkel. Diese Konstanten werden aus Messungen der Flächenwinkel, seltener aus Messungen der Kantenwinkel der Krystalle berechnet. Die Apparate zum Messen der Flächenwinkel sind die wichtigsten krystallographischen Instrumente. Sie waren auf der Ausstellung in erster Linie und in mannigfachen Formen vertreten. Die ausgestellten Reflexionsgoniometer waren zu einem Theil nach dem System von Wollaston-Mitscherlich, zu einem anderen Theil nach dem System von Malus-Babinet konstruirt. Bis vor wenigen Jahren waren in Deutschland die nach dem ersten der beiden Systeme gebauten Reflexionsgoniometer mit vertikalen Theilkreisen vorwiegend im Gebrauche, obwohl die unvermeidlichen Mängel derselben hervortraten und erkannt wurden[1]). Wenn man davon absieht, dass mit diesen Instrumenten nur kleine Krystalle gemessen werden können, so bleibt doch der Nachtheil bestehen, dass die horizontalen Drehungsachsen dieser Goniometer die Ausnützung der Genauigkeit ihrer Theilkreise beeinträchtigen. Dazu kommt, dass bei diesen Instrumenten Kollimator

---

[1]) Vgl. u. a. Dauber. Pogg. Ann. 1858. Bd. 103, 107. — E. Mitscherlich selbst hat seine genauesten Messungen über den Einfluss von Temperaturveränderungen auf die Aenderung der Flächenwinkel der Krystalle mit einem nach dem zweiten Systeme konstruirten Goniometer angestellt. Vgl. G. Rose. Zur Erinnerung an E. Mitscherlich. Zeitschr. Deutsch. geol. Ges. Bd. XVI, 1864. Eine ausführliche, von einer Abbildung begleitete Beschreibung dieses gegenwärtig im Besitz des physikalischen Instituts der Berliner Universität befindlichen Instrumentes würde in hohem Grade erwünscht sein.

und Beobachtungsfernrohr nicht unter jedem beliebigen Winkel gegen einander geneigt werden können. Die Möglichkeit, den Reflexionswinkel zu verändern, ist aber ein nicht zu umgehendes Erforderniss eines jeden zu genauen Messungen bestimmten Reflexionsgoniometers. Erst in neuester Zeit haben die Goniometer nach dem System Malus-Babinet mit horizontalen Theilkreisen, welche von jenen Nachtheilen frei sind, Verbreitung und Anwendung gefunden.

Unter den physikalischen Eigenschaften der Krystalle ist für krystallographische Untersuchungen von hervorragender Bedeutung das Verhalten der Krystalle unter der Einwirkung einer Lichtbewegung. Auf dem gegenwärtigen Standpunkte der Krystallographie ist die Ermittelung der Konstanten, welche zur Beschreibung der Lichtbewegung nothwendig sind, die Aufgabe Aller, welche sich mit der Bestimmung von Krystallen beschäftigen. Für jeden durchsichtigen Krystall müssen die Werthe von zwölf Konstanten ermittelt sein, wenn die Lichtbewegung in demselben ausreichend beschrieben werden soll, nämlich die Werthe der drei Hauptbrechungsindices für irgend zwei Arten einfarbigen Lichtes und je drei Grössen zur Bestimmung der Richtungen der optischen Elastizitätsachsen für dieselben beiden Lichtsorten. Diese Konstanten werden gefunden mit Hülfe von Spektrometern, Refraktometern, Polarisationsapparaten und Mikroskopen. Derartige Instrumente waren auf der Ausstellung ebenfalls mannigfach vertreten. Schwieriger zu ermitteln und daher für die bestimmende Krystallographie gegenwärtig noch von untergeordneterer Bedeutung als die zur Beschreibung der Lichtbewegung erforderlichen Grössen sind die Konstanten der Erscheinungen der Reflexion, Absorption und Fluoreszenz des Lichtes. Deshalb sind für krystallographische Zwecke auch nur wenige und unvollkommene Vorrichtungen zu qualitativen Untersuchungen über jene Erscheinungen im Gebrauch. Um so mehr verdienen vervollkommnete Instrumente, wie das von Fr. Schmidt & Haensch ausgestellte Glan'sche Spektrophotometer, dessen Erläuterung durch Wort und Bild einem andern Berichte vorbehalten ist[1]), die Aufmerksamkeit der Krystallographen.

A. Goniometer.

R. Fuess hatte eine Reihe von Reflexionsgoniometern nach dem System Malus-Babinet mit den von ihm in den letzten Jahren an diesen Apparaten angebrachten neuen Einrichtungen und Verbesserungen ausgestellt[2]). Das grösste derselben ist in Fig. 167 im Durchschnitte abgebildet.

[1]) Vergl. den Bericht des Herrn Vogel über Spektralapparate.

[2]) Die von R. Fuess zu verschiedenen Zeiten konstruirten Reflexionsgoniometer unterscheiden sich zum Theil wesentlich in ihrer Zusammensetzung von einander. In der Gestalt,

Das Stativ besteht aus einem mit Stellschrauben γ versehenen Dreifuss, welcher eine zentrale, genau zylindrisch durchbohrte und zur Aufnahme

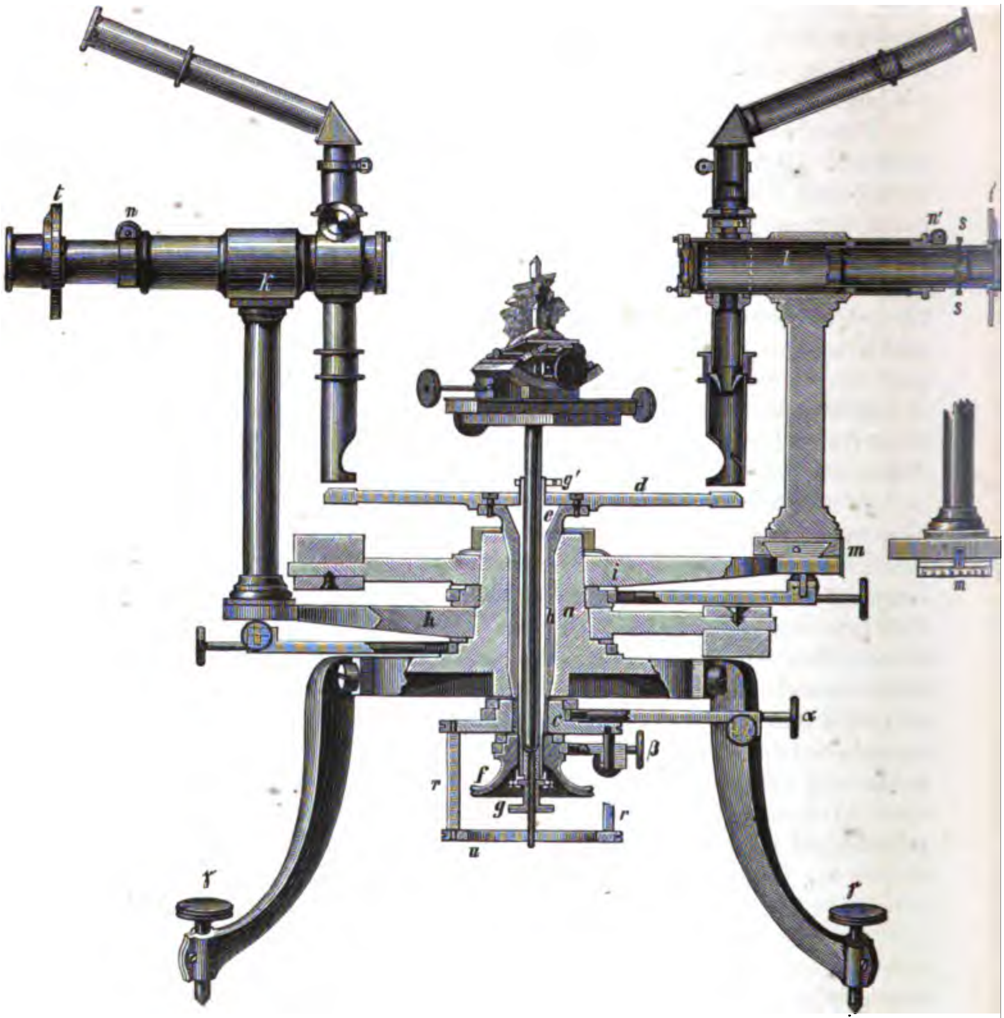


Fig. 167 (1/4 natürl. Gr.).

der Achsen des Instrumentes bestimmte Buchse *a* trägt. Die Durchbohrung dieser Buchse dient zuvörderst zur Führung der hohlen Achse *b*, an deren

---

welche sie im Jahre 1876 hatten, wurden sie von P. Groth in: Physikalische Krystallographie. Leipzig. S. 460 f. beschrieben.

unterem Ende die Scheibe *c* sitzt, von *c* gehen zwei Säulen *r* aus, welche den Ring *u* mit der Scheibe *c* fest verbinden. Mit Hülfe dieses Ringes kann die Achse *b* in ihrem Lager gedreht werden. Die Achse *b* trägt an ihrem oberen Ende den mit ihr fest verbundenen Theilkreis *d*. Letzterer ist von zehn zu zehn Minuten getheilt. Auf dem abgeschrägten Rande des Kreises, ausserhalb der Theilung, stehen Gradzahlen in Zwischenräumen von zehn zu zehn Graden. An der Innenseite der Theilung sind an den Gradstichen innerhalb eines Intervalles von zehn Graden die Zahlen 1, 2 3 . . 9 verkehrt, d. h. so wie die gewöhnlichen Zahlen in einem Planspiegel erscheinen, eingeschlagen. In der Achse *b* steckt eine zweite, an ihrem unteren Fortsatze mit der Scheibe *f* versehene hohle Achse *e*, welche zur Aufnahme eines zylindrischen, die Zentrir- und Justirvorrichtung tragenden Stabes dient. Letzterer kann in der Achse *e* vermittels der Schraubenmutter *g* auf- und niederbewegt und durch eine Klemmvorrichtung *g'* an das obere Ende der Achse *e* festgeklemmt werden. An der Achse *b* greift die Klemme und Mikrometerschraube α, an der Achse *e* die Klemme und Mikrometerschraube β an. Wird α angezogen, so ist die Stellung des Theilkreises *d* fixirt; wird β angezogen, so ist der Krystallträger mit dem Theilkreise fest verbunden.

Um die Buchse *a* drehen sich genau konzentrisch zwei horizontale Arme, ein unterer *h* und ein oberer *i*, von denen jeder auf der einen Seite eine Säule und ein auf dieser ruhendes Fernrohr, auf der anderen Seite ein Gegengewicht trägt. Das zu dem unteren Arme gehörige Fernrohr ist ein Kollimator *k*, das von dem oberen Arme getragene ein Beobachtungsfernrohr *l*. Jeder Arm kann für sich an die Buchse *a* festgeklemmt und durch Mikrometerschrauben fein bewegt werden. Man kann daher unter jedem beliebigen Einfallswinkel das aus dem Kollimator austretende Licht von spiegelnden Krystallflächen nach dem Beobachtungsfernrohr reflektiren lassen. Die Abänderung des Einfallswinkels ist dann nothwendig, wenn eine und dieselbe Krystallfläche mehrere Reflexe liefert. Dieses Verfahren gestattet, wie Websky gezeigt hat[1]), die von einer Krystallfläche ungestört gespiegelten Bilder zu unterscheiden von den aus der Diffraktion des Lichtes an gestreiften Flächentheilen herrührenden Reflexen.

Am Fuss der Säule, welche das Beobachtungsfernrohr trägt, befindet sich eine Mikrometerschraube, welche das Fernrohr in einer zum Theilkreis tangentialen Richtung verschiebt. Die Grösse der Verschiebung kann an der Skale *m* (vergl. die Detailzeichnung rechts) abgelesen werden. Kollimator und Beobachtungsfernrohr besitzen achromatische Objektive von 140 mm Brennweite und 24 mm Oeffnung. Die Signalrohre des Kollimators und die Okularrohre des Beobachtungsfernrohres sind mit Führungs-

---

[1]) Ueber die Lichtreflexe schmaler Krystallflächen. Monatsber. Berlin. Akad. 1878. S. 132 bis 144, 501 bis 518.

rippen und, nach dem Vorschlage von Websky, mit Anschlagringen *n*, *n'* versehen, welche erlauben die nach einer wohlbekannten Methode auszuführende genaue Einstellung der Signale des Kollimators und der Fadenkreuze des Beobachtungsfernrohres in die Hauptbrennweiten der Objektive zu fixiren. Anschlagringe sind Triebbewegungen vorzuziehen, da mit ihrer Hülfe Signale und Okulare in jedem Lokal und zu jeder Tageszeit rasch gewechselt werden können, ein Verfahren, welches wegen der ungleichen Beschaffenheit verschiedener Flächen eines und desselben Krystalles zuweilen nothwendig ist.

Vor dem Objektiv des Beobachtungsfernrohres befindet sich eine Vorschlaglupe, deren Entfernung von der geometrischen Drehungsachse des Theilkreises gleich ihrer Brennweite ist, so dass man durch die Lupe mit dem Fernrohr eine in der Drehungsachse liegende Krystallkante deutlich sieht. Zu dem Beobachtungsfernrohr gehören drei Okulare mit Fadenkreuzen *f*, ein Huyghens'sches und zwei Ramsden'sche, welche dem Fernrohre eine zwei-, bezw. vier-, bezw. achtmalige Vergrösserung ertheilen. Jedes derselben besitzt ein selbstständiges Einsteckrohr mit Anschlagring *r* (Fig. 168, *A*, *B*, *C*). Nach Mitscherlich[1]) darf das Beobachtungsfernrohr

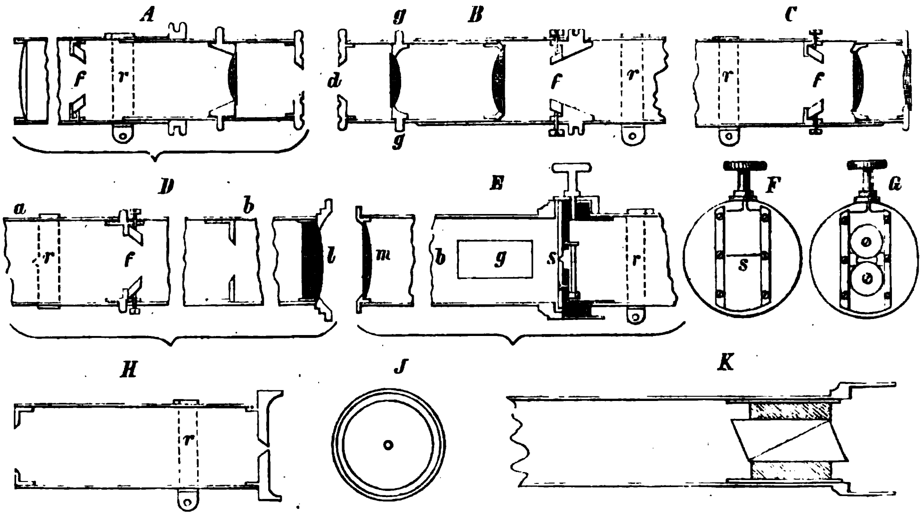


Fig. 168.

eines Goniometers wenig oder gar nicht vergrössern, weil auch die von den besten Krystallflächen gelieferten Reflexe zu lichtschwach sind. Um die Schärfe der Bilder zu erhöhen, hat daher Websky das zuerst genannte

[1]) Ueber ein Goniometer. Abhandl. Berlin Akad. 1843. S. 189.

Huyghens'sche Okular (Fig. 168 *B*) vorgeschlagen[1]). Das mittlere Okular kann mit einem auf das Gewinde bei *g* aufzuschraubenden Theilkreis *t'* und einem einen Noniusarm tragenden Nicol'schen Prisma versehen werden. Der Kreis ist in ganze Grade getheilt, der Nonius giebt fünf Minuten an. Ein zweiter, ebenso beschaffener Theilkreis *t* mit Nicol'schem Prisma kann dem Kollimator aufgesetzt werden[2]) (s. Fig. 167).

Die optischen Achsen des Kollimators und des Beobachtungsfernrohres (Fig. 167) müssen senkrecht zur geometrischen Drehungsachse des Theilkreises *d* stehen. Dagegen ist es nicht unbedingt erforderlich, dass die optische Achse des Kollimators und, wofern das Instrument nur als Goniometer verwendet wird, auch die des Beobachtungsfernrohres sich mit jener Drehungsachse schneiden. Die richtige Einstellung der Fernrohre ist bei dem in Rede stehenden Goniometer eine von dem Mechaniker zu lösende Aufgabe. Der Beobachter ist jedoch in der Lage nach einer wohlbekannten Methode die Einstellung zu prüfen und kleine Korrektionen mit Hülfe der Stellschrauben *s* des Fadenkreuzes im Beobachtungsfernrohr anzubringen.

Besonders hervorzuheben sind die dem Goniometer beigegebenen Signale, von denen jedes ein selbständiges Einsteckrohr mit Anschlagring besitzt. Auf der von Websky angegebenen Konstruktion der Signale und des Beleuchtungsapparates beruht die wesentlich erhöhte Lichtwirkung, welche die neuesten Reflexionsgoniometer von Fuess auszeichnet. Mitscherlich benutzte nach dem Vorgange von Rudberg[3]) und Babinet[4]) als Objekt ein Fadenkreuz im Kollimator[5]). Ein solches ist auch dem ausgestellten Instrumente beigegeben. Fig. 168 *D* stellt das Einsteckrohr *a* mit dem Anschlagringe *r*, dem Fadenkreuz *f* und dem Beleuchtungsrohre *b* dar. Die achromatische Beleuchtungslinse *l* hat dieselbe Beschaffenheit, wie die Objektivlinse des Kollimators. Das Fadenkreuz befindet sich in dem gemeinsamen Brennpunkte der beiden Linsen. Da die Verwendung eines Fadenkreuzes vollkommen ebene und gut spiegelnde Krystallflächen voraussetzt, so ist dasselbe nur in sehr seltenen Fällen zu gebrauchen. Seine Fäden erscheinen als sehr schmale dunkle Streifen zwischen breiten Licht-

---

[1]) Auch V. von Lang bedient sich Huyghens'scher Okulare. Vgl. Konstruktion des Reflexionsgoniometers. Denkschr. der math.-naturw. Klasse der Akad. d. Wiss. zu Wien. Bd. XXXVI. 1875. — Wieder abgedruckt in Carl's Repertorium für Experimental-Physik. Bd. XII.

[2]) Zur Orientirung der Nicolhauptschnitte gegen die Ebene des Theilkreises dient eine dem Goniometer beigegebene Calderon'sche Kalkspathdoppelplatte. Vgl. unten die Justirung der Polarisationsinstrumente.

[3]) Vorschlag zu einem verbesserten Reflexionsgoniometer. Pogg. Ann. Bd. 9, V. 517. 1827 (Förslag till en förbättrad reflexions-goniometer. Vetensk. Akad. Handl. 1826).

[4]) Instrument pour mesurer des angles et des indices de réfraction. Compt. Rend. 1889. VIII. 710.

[5]) a. a. O. 194.

flächen, und es bedarf daher nur einer geringen Dilatation der letzteren, wie sie erfahrungsgemäss an der überwiegenden Mehrzahl der Krystallflächen ausgeübt wird, um die Bilder der Fäden zum Verschwinden zu bringen. Ein für die Reflexion an breiten Krystallflächen brauchbares Signal liefert ein schmaler, gerader, vertikal stehender Spalt, der von einer starken Lichtquelle erleuchtet wird und von dem der Vertikalfaden des Beobachtungsfernrohres ein Drittheil bis ein Fünftheil der Breite deckt (Fig. 168 *F*). Mit Hülfe desselben konnte Websky die Reflexionserscheinungen an Krystallflächen, insbesondere die so häufig auftretenden Diffraktionserscheinungen weiter verfolgen, als vordem möglich war. Durch eine Dilatation des Reflexes wird allerdings eine Abschwächung der Intensität des Spaltbildes herbeigeführt; allein bei der Empfindlichkeit des Auges in der Einstellung des Fadenkreuzes im Beobachtungsfernrohre auf die Symmetrieachsen des Spaltbildes kann auch auf lichtschwache Reflexe noch mit Schärfe eingestellt werden. Websky fand, dass bei kleineren Reflexionsgoniometern (S. 331) eine zweimalige Vergrösserung genügt, um auf den Reflex eines 0,085 mm breiten, von einem Petroleumbreitbrenner erleuchteten Spaltes mit der Präzision von einer halben Minute einzustellen. Hier ist unter dem Winkel der Einstellungspräzision derjenige Winkel zu verstehen, um welchen eine breite spiegelnde Fläche gedreht werden muss, damit das Bild des Spaltes an dem Vertikalfaden des Beobachtungsfernrohres vorüberzieht. Da von dem aus einem schmalen Spalte austretenden und von schmalen Flächen gespiegelten Lichte nur sehr lichtschwache Reflexe übrigbleiben, so ist für schmale Flächen ein breiter Spalt vortheilhafter. Demgemäss ist der gerade Spalt des in Rede stehenden Goniometers verschiebbar (Fig. 168 *F*).

Um die Vortheile eines schmalen und die eines breiten Spaltes zu vereinigen, konstruirte Websky einen breiten, in der Mitte eingeengten Spalt, wie er hervorgebracht wird durch zwei vor einer 6 mm breiten runden Oeffnung neben einander angebrachte, konisch gerandete, runde Scheiben von 12 bis 14 mm Durchmesser, welche gegen einander etwas verschiebbar sind (Fig. 168 *G*). Die beiden Scheiben werden so gestellt, dass man durch das Beobachtungsfernrohr eben noch einen Zwischenraum an der Stelle ihrer grössten Nähe erblickt. Wird nun der Reflex eines solchen Spaltes dilatirt und nimmt seine Intensität soweit ab, dass die enge zentrale Stelle verdunkelt wird, so kann doch noch mit ziemlicher Sicherheit der vertikale Faden des Beobachtungsfernrohres derart eingestellt werden, dass er die breiten halben peripherischen Theile des Reflexes, deren Begrenzungslinien nach dem Zentrum des Gesichtsfeldes konvergiren, symmetrisch theilt.

Der Einfluss verschieden breiter, vollkommen ebener und gut spiegelnder Flächen auf die Dilatation und Intensität des Reflexes wird durch die nachfolgende Fig. 169 (Kopien der von Websky a. a. O. mitgetheilten

photographischen Abbildungen) erläutert. Die Breite der spiegelnden Fläche ist unter jeder einzelnen Figur angegeben.

Ein viertes Signal wird gebildet von einer kleinen zentralen Oeffnung in einem Metallschirme (Fig. 168 *H* und *J*). Dasselbe dient zur Untersuchung der Oberflächenbeschaffenheit zentrisch symmetrischer Krystallflächen[1]).

In Fig. 168 *E* ist endlich der **Beleuchtungsapparat** abgebildet, der auf jedes Signal aufgesteckt werden kann. Derselbe besteht aus einem Rohr mit einer Sammellinse *m* von 50 mm Brennweite. Die Linse befindet sich 100 mm von dem Signal entfernt, damit eine Lampe so. aufgestellt werden kann, dass die von ihr ausgehenden Lichtstrahlen nach dem Signal hin vereinigt werden. Der durch das Fenster *g* blickende Beobachter kann beurtheilen, ob die Lampe die erforderliche Position einnimmt.

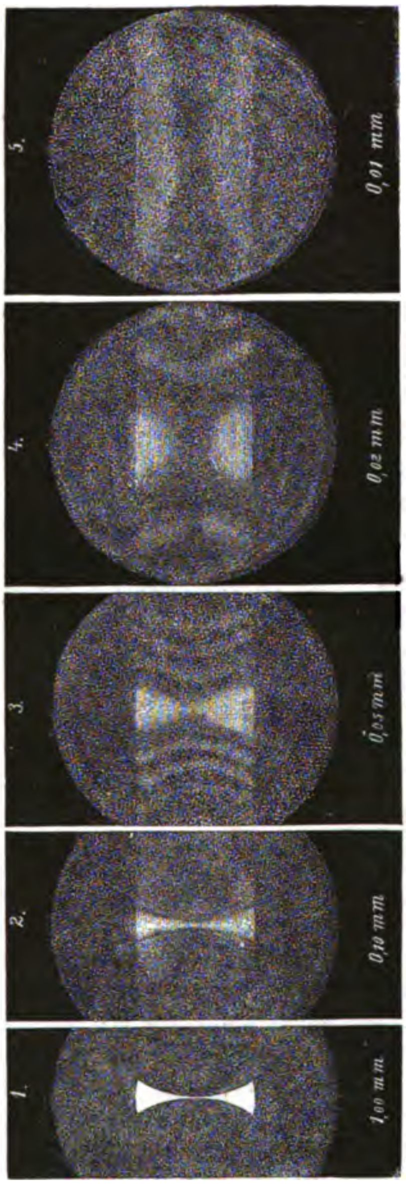


Fig. 169.

Ein wesentlicher Vorzug des in Rede stehenden Instrumentes vor den bis jetzt bekannt ge wordenen Reflexionsgoniometern liegt darin, dass die Stellung des Theilkreises zu dem Kollimator und dem Beobachtungsfernrohr nicht durch Nonien, sondern mit Hülfe zweier **Mikroskope** abgelesen wird, von denen das eine mit dem Kollimator, das andere mit dem Beobachtungsfernrohr fest verbunden ist. Das letztere ist in Fig. 167

[1]) Vgl. M. Websky. Ueber Eisenkies von Ordubad am Araxes. Zeitschr. Deutsch. geol. Ges. 1879. Bd. XXXI. 222.

im Durchschnitt dargestellt. Um die Ablesung zu erleichtern, ist jedes Mikroskoprohr gebrochen. Der Beobachter hat nur nöthig sein Auge vom Okular des Beobachtungsfernrohres ein wenig zu erheben, um sofort die Stellung des Theilkreises zum Beobachtungsfernrohre ablesen zu können. In dem vertikalen Theile jedes Mikroskopes, welcher das zugehörige Fernrohr derart durchdringt, dass seine optische Achse mit der horizontalen Achse der Fernrohres in einer Ebene liegt, befindet sich ein Okularschraubenmikrometer (Fig. 170).

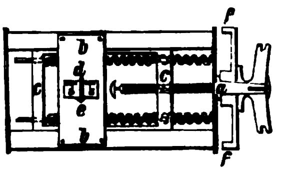


Fig. 170 ($^1/_2$ natürl. Gr.).

Die Mikrometerschraube *a* bewegt einen Rahmen *c*, über welchen ein Doppelfaden *d* gespannt ist. Der Doppelfaden befindet sich in seiner Anfangsstellung, wenn er in dem Einschnitte *e* des festen Rahmens *b* steht. Der Trommelumfang *f* der Mikrometerschraube ist in 60 Theile getheilt. Derselbe gleitet an einem festen Index. Die durch eine ganze Umdrehung der Trommel bewirkte Verschiebung des Fadens entspricht 10 Bogenminuten des Theilkreises *d* der Fig. 167. Daraus folgt, dass die Mikroskope die unmittelbare Ablesung von 10 Sekunden gestatten. Zeigt der feste Index auf den Nullstrich der Trommeltheilung, so ist der Doppelfaden in seiner Anfangsstellung. Fig. 170 zeigt, wie in dem rechteckig begrenzten Gesichtsfeld eines Mikroskopes die Theilung des Kreises erscheint.

Der obere Theil jedes der beiden Mikroskope, welcher das reflektirende Glasprisma und das terrestrische Okular enthält, ist drehbar. Wird vor den Spalt des Kollimators eine Lampe gestellt, so muss natürlich der obere Theil des zum Kollimator gehörenden Mikroskopes so weit gedreht werden, dass eine Ablesung möglich ist. In Fig. 167 sind lediglich der Uebersichtlichkeit wegen Kollimator und Mikroskop als in derselben Ebene liegend gezeichnet worden.

Für die Beurtheilung des Werthes eines Goniometers kommen ausser der Beschaffenheit des Theilkreises, der Achse und der optischen Theile die Einrichtungen zum Zentriren und Justiren von Krystallkanten in Betracht. Die von Fuess konstruirten Reflexionsgoniometer besitzen eine Zentrir- und Justirvorrichtung, welche sich den älteren Einrichtungen gegenüber vortheilhaft auszeichnet. Eine ausführliche Beschreibung der-

selben verdanken wir P. Groth[1]). Der Vollständigkeit wegen müssen an dieser Stelle die einzelnen Theile jener, neuerdings unwesentlich abgeänderten Vorrichtung nochmals erläutert werden (Fig. 171, S. 331). Die Zentrirung wird durch die Verschiebung zweier ebenen Schlitten, die Justirung durch die Bewegung zweier Zylinderschlitten bewirkt. Träger der ganzen Vorrichtung ist der in der innersten hohlen Achse auf und nieder zu bewegende Stab *s*. Auf denselben ist die prismatisch geformte Schiene *n* aufgeschraubt, auf welcher der vermittels der Mikrometerschraube *a* zu bewegende Schlitten *m* verschiebbar ist. Ein zweiter Schlitten *m'* ist mit seiner Schiene *n'* so auf *m* angebracht, dass seine Mikrometerschraube *a'* senkrecht zu *a* steht. Fig. 171 giebt den Längsschnitt der ersten Schlittenverschiebung *m n* und den Querschnitt der zweiten Schlittenverschiebung *m' n'*. Die beiden Zylinderschlitten *t* und *t'* haben bei ungleichen Radien denselben Mittelpunkt. Eine schon zentrirte, durch diesen Mittelpunkt gehende Kante bleibt daher während der Operation des Justirens zentrirt. Der untere Schlitten *t* und dessen Gleitschiene *r* sind im Querschnitt, der obere Schlitten *t'* mit seiner Schiene *r'* dagegen im Längsschnitt dargestellt. Die Bewegung der beiden Schlitten *t t'* wird durch die beiden Schrauben ohne Ende *x y* bewirkt. Auf *t'* sitzt der eigentliche Krystallträger, das Tischchen *u*, welches durch die Schraube *v* an *t'* festgeklemmt werden kann. 12 mm über *u* befindet sich der Drehungsmittelpunkt der beiden Zylinderschlitten[2]).

Ist eine Krystallkante genau justirt, so werden die Reflexe aller Flächen aus der Zone dieser Kante von dem horizontalen Faden des Beobachtungsfernrohres halbirt. Wie schon Rudberg bemerkte, braucht die Kante eines zu messenden Flächenwinkels nur so weit zentrirt zu sein, dass die an der Kante liegenden Flächen das vom Signal ausgehende Licht nach dem Objektiv des Beobachtungsfernrohres reflektiren. So lange das reflektirte Licht noch in dieses Objektiv eintreten kann, erscheint im Hauptbrennpunkte des Objektivs ein Bild des Signals. Zuweilen erhält man im Beob-

---

[1]) a. a. O. S. 463 und 464.

[2]) Die in Rede stehende Justirvorrichtung ist von Fuess selbständig im Jahre 1871 erfunden worden. Eine ganz ähnliche, ebenfalls aus zwei Zylinderschlitten bestehende Justirvorrichtung ist jedoch schon früher von V. v. Lang angegeben worden. Derselbe theilte dem Berichterstatter freundlichst die folgenden Bemerkungen mit: „Ich habe in dem 36. Bande der Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der Wiener Akademie vom Jahre 1875 eine Abhandlung über die Konstruktion des Reflexionsgoniometers veröffentlicht. Darin dürfte wohl zum ersten Male die aus zwei Kreissegmenten bestehende Justirvorrichtung beschrieben sein, die schon im Jahre 1863 Powell (Firma Powell and Lealand) in London nach gemeinsamer Besprechung an einem kleinen, N. Story Maskelyne gehörenden Goniometer ausführte. Ich liess dann für mich eine gleiche Justirvorrichtung an einem kleinen Instrumente machen, das ich aus dem Nachlasse Dauber's gekauft hatte. In dem folgenden Jahre führte Powell mehrere vollständige Goniometer nach meiner Zeichnung aus." Vgl. die Bemerkung von N. Story Maskelyne in dem aus Anlass der internationalen Ausstellung wissenschaftlicher Apparate in London 1876 herausgegebenen Handbuch enthaltenen Aufsatze über die exakt. Wiss., deutsche Ausg. von R. Biedermann S. 365.

achtungsfernrohre Reflexe von Flächen, die man mit der Vorschlaglupe nicht erblicken kann, weil das Gesichtsfeld der letzteren zu klein ist. In einem solchen Falle sucht man die reflektirende Fläche auf, indem man, ohne dabei den Reflexionswinkel zu ändern, mit Hülfe der auf S. 328 beschriebenen Mikrometerschraube dem Beobachtungsfernrohr eine zum Theilkreis tangentiale Verschiebung ertheilt, deren Betrag an der Skale *m* abzulesen ist.

Das im vorhergehenden in seinen wesentlichsten Theilen beschriebene Reflexionsgoniometer entspricht den meisten Anforderungen, die an ein für genaueste Messungen von Flächenwinkeln bestimmtes Instrument zu stellen sind[1]). Dasselbe kann augenscheinlich auch zu denjenigen Untersuchungen über Reflexion, Refraktion und Dispersion des Lichtes benutzt werden, welche die Spektrometer von und nach Meyerstein auszuführen gestatten. Für die Mehrzahl der gewöhnlichen krystallographischen Untersuchungen genügen jedoch Reflexionsgoniometer von kleineren Dimensionen, wie sie ebenfalls von Fuess konstruirt werden. In neuester Zeit sind an diesen Goniometern nach den Angaben von Websky wesentliche Verbesserungen angebracht worden, die zum Theil auf das grosse Goniometer übertragen worden sind und daher schon bei der Besprechung desselben erwähnt werden mussten. Da Websky demnächst eine ausführliche Beschreibung und eine Anleitung zum Gebrauch der in Rede stehenden Instrumente veröffentlichen wird[2]), so beschränken sich die folgenden Erläuterungen darauf, die Unterschiede des ausgestellten und in Fig. 171 im Durchschnitt abgebildeten Reflexionsgoniometers von dem grossen Goniometer hervorzuheben.

---

[1]) Während des Druckes erschien eine Abhandlung von L. Calderon: Ueber die optischen Eigenschaften der Zinkblende von Santander. Zeitschr. für Krystallogr. 1880, IV, 504. Der Verf. benutzte ein dem oben beschriebenen Goniometer analoges, von Fuess konstruirtes Instrument und gelangte zu einem hohen Grade von Genauigkeit in seinen Messungen. Durch eine sehr grosse Zahl von Beobachtungen stellte er folgende Werthe für die Konstanten des Instrumentes fest. Ein Theilstrich der Okular-Mikrometerschraube beträgt am Beobachtungsfernrohre 10,042 Sek., am Kollimator 11,148 Sek. (aus je 228 Ablesungen berechnet). Ist somit die Zahl der am ersten Mikrometer abgelesenen Theile n_1, der am zweiten abgelesenen n_2, so erfolgt die Reduktion derselben auf einander nach der Formel:

$$n_1 = n_2 - 1{,}106\, n_1.$$

Die Theilungsfehler des Kreises wurden von 2 zu 2° bestimmt, indem feste Bögen von 40°, 50°, 60° und 90° sukzessive auf dem Limbus herumgeführt und ihr Werth auf den verschiedenen Stellen des letzteren verglichen wurde. Es ergab sich aus mehr als 500 Beobachtungen, dass weder die Theilungs- noch die Exzentrizitätsfehler irgendwo 4 Sekunden überschritten, während für den wahrscheinlichen Fehler der Ablesung selbst aus 300 Beobachtungen der Werth 0,64 Sek. folgte.

[2]) Dieselbe ist während des Druckes erschienen unter dem Titel: Ueber Einrichtung und Gebrauch der von R. Fuess in Berlin nach dem System Babinet gebauten Reflexionsgoniometer (Modell II). Zeitschr. für Krystallogr. IV, 545. 1880.

Die konische Durchbohrung der Zentralbuchse *o* nimmt eine hohle Achse *b* auf. Letztere trägt an ihrem unteren Ende eine Scheibe *c*, an der die Klemm- und Feinstellvorrichtung *α* angreift, und an ihrem oberen Ende den Nonienkreis *d*. In der Achse *b* befindet sich eine zweite hohle Achse *e*, welche unten eine Scheibe *g* mit Klemmschraube und Feinstellbewegung *β*,

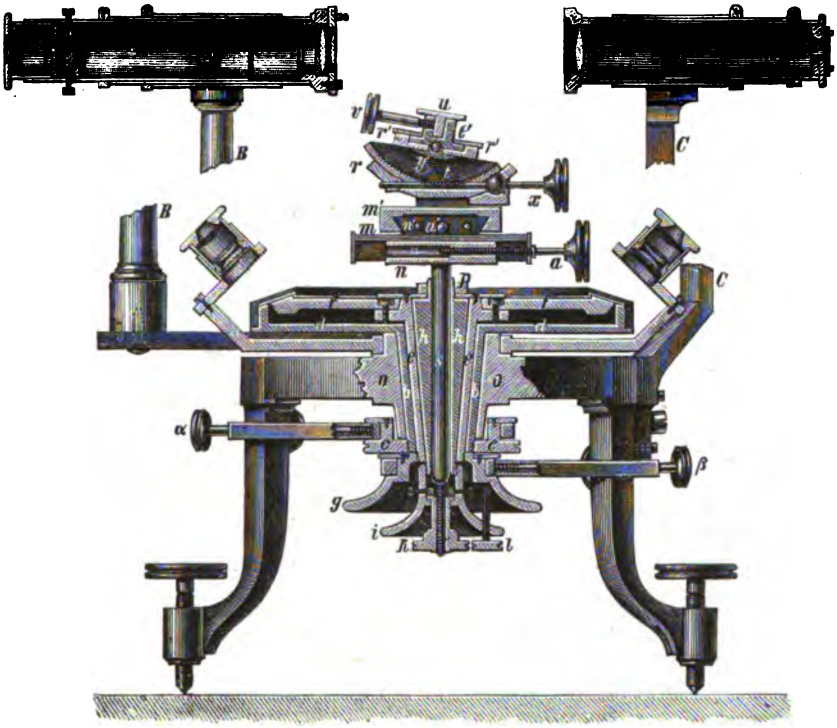


Fig. 171.

oben den Theilkreis *f* trägt. Letzterer ist von 15 zu 15 Minuten getheilt. Zwei einander diametral gegenüberliegende Nonien lassen direkt 30 Sekunden ablesen. In der Achse *e* steckt eine dritte, zylindrisch durchbohrte Achse *h*. Sie ist an ihrem unteren Fortsatze mit der Scheibe *i* versehen. In ihr kann ein zylindrischer Stab *s*, der die Zentrir- und Justirvorrichtung trägt, vermittels der Schraubenmutter *k* auf und nieder bewegt werden. Eine Klemmvorrichtung *p* gestattet den Stab an das obere Ende der Achse *h* festzuklemmen. Die Schraube *l* stellt eine feste Verbindung zwischen Krystallträger und Theilkreis her. Das Kollimatorrohr *C* ist mit dem Drei-

fuss, das Beobachtungsfernrohr *B* mit dem Noniuskreis *d* fest verbunden. Die achromatischen Objektive haben 100 mm Brennweite und 19 mm Oeffnung. Drei Okulare, welche in ihrer Konstruktion den in Fig. 168 (S. 324) abgebildeten Okularen des grossen Goniometers durchaus ähnlich sind, ertheilen dem Beobachtungsfernrohr eine resp. 1½-, 3 bis 4- und 6 bis 7-fache Vergrösserung. Signale und Beleuchtungsapparat sind ebenso beschaffen wie die entsprechenden Theile des grossen Goniometers.

Die Konstruktionsunterschiede zwischen diesem und dem grossen Goniometer bestehen also im wesentlichen darin, dass bei dem ersteren die Theilung des Kreises nur bis auf 15 Minuten, statt wie bei dem letzteren bis auf 10 Minuten geht, dass die Ablesung bei jenem durch Nonien an Stelle der Mikroskope erfolgt, dass bei jenem der Kollimator nicht beweglich ist und die Feinstellung des Krystallträgers fehlt.

Die Nicols des kleineren Goniometers besitzen keine Theilkreise, dagegen ist das dem Kollimator aufzusteckende Nicol'sche Prisma mit einem Beleuchtungsapparat *b* versehen (s. Fig. 168 *K*).

Unter den von Fuess ausgestellten Goniometern befanden sich zwei Reflexionsgoniometer von denselben Dimensionen wie die des eben besprochenen Instrumentes aber von einfacherer Ausführung. Das eine derselben entspricht dem von Groth beschriebenen Goniometer[1]). An demselben fehlt die Feinstellung des Nonienkreises, also auch des mit diesem Kreise fest verbundenen Beobachtungsfernrohres, und es sind ihm zwei Okulare, ein fester gerader und ein fester Websky'scher Spalt beigegeben. Noch einfacher ist das zweite dieser Instrumente. Der Theilkreis desselben ist nicht bedeckt und nur von 20 zu 20 Minuten getheilt. Die Nonien liegen auf der Theilung des Kreises auf und lassen direkt eine Minute ablesen. An dem Dreifuss fehlen die Stellschrauben. Nur der Theilkreis besitzt eine Klemmvorrichtung und eine Feinstellbewegung.

W. Langhof hatte unter seinen für Unterrichtszwecke bestimmten Apparaten ein Reflexionsgoniometer nach Babinet mit zwei Fernröhren ausgestellt.

Reflexionsgoniometer mit vertikalen Theilkreisen nach dem System Wollaston-Mitscherlich waren von Aug. Oertling und R. Fuess ausgestellt.

Das eine der beiden von Oertling konstruirten Goniometer hat einen Theilkreis von 6 Zoll im Durchmesser. Der Kreisumfang ist von 10 zu 10 Minuten getheilt. Durch zwei einander diametral gegenüber stehende Nonien werden direkt 10 Minuten abgelesen. Bekanntlich wurden nach den Angaben von Mitscherlich zwei Goniometer konstruirt, ein grösseres, welches Mitscherlich zur Messung der Aenderungen von Flächenwinkeln des Kalkspaths bei Temperaturveränderungen diente, und ein kleineres

[1]) a. a. O. 460.

für gewöhnliche krystallographische Zwecke bestimmtes, dessen Beschreibung und Abbildung in den Abhandlungen der Berliner Akademie der Wissenschaften vom Jahre 1843 enthalten ist[1]). Das von Oertling ausgestellte Goniometer hat die Dimensionen des grösseren der beiden Mitscherlich'schen Instrumente. Es gleicht in seiner Konstruktion vollkommen einem vor mehreren Jahren von Oertling ausgeführten und gegenwärtig im mineralogischen Museum der Berliner Universität befindlichen Goniometer. Ein mit Stellschrauben versehener Dreifuss trägt einen Konus, mit dem eine würfelförmige, horizontal durchbohrte Zentralbuchse fest verbunden ist. Die Durchbohrung der letzteren dient zur Aufnahme der hohlen Theilkreisachse, in der sich die hohle, eine zylindrische Stahlachse führende Krystallachse befindet. Theilkreis- und Krystallträgerachse können an den Fuss des Konus festgeklemmt und durch Mikrometerschrauben fein eingestellt werden. Auch der Theilkreis und der Krystallträger können durch eine mit einer Mikrometerschraube versehene Klemmvorrichtung fest verbunden werden. In neuester Zeit hat Oertling die von V. von Lang[2]) vorgeschlagene Einrichtung getroffen, derzufolge die Zentrir- und Justirvorrichtung auf der zylindrischen Stahlachse verschiebbar und durch eine Schraube feststellbar ist. Hierdurch wird allerdings der Vortheil erreicht, den auch die Goniometer mit horizontalen Theilkreisen darbieten, dass die einmalige genaue Einstellung der Fernröhre die Reflexionsebene für alle Messungen fixirt. Gleichzeitig werden jedoch die auf S. 320 hervorgehobenen Nachtheile der Goniometer mit vertikalen Theilkreisen in Folge der stärkeren Belastung der Drehungsachse noch vergrössert. Zum Zentriren und Justiren dient an dem ausgestellten Instrumente die von J. A. D. Oertling erfundene und allgemein bekannte Vorrichtung.

Das zweite der von Oertling ausgestellten Goniometer (Fig. 172 a. folg. S.) hat einen Theilkreis von 5 Zoll im Durchmesser. Ein Nonius giebt halbe Minuten an. Klemm- und Mikrometerschrauben fehlen bis auf eine die feste Verbindung der Theilkreis- und Krystallträgerachse bewirkende Schraube *a*. Der Stab *b*, auf dem die Zentrir- und Justirvorrichtung sitzt, kann in der hohlen Achse *c* verschoben werden. Auf dem Sockel des Instrumentes ist ein schwarzer Degen'scher Spiegel[3]) *s* und eine Libelle *l* angebracht. Der Träger des Beobachtungsfernrohres ist augenscheinlich wenig geeignet, dem Zweck des Beobachtungsfernrohres, eine zuverlässige Visirrichtung darzubieten, zu dienen. Bedeutend stabiler ist die entsprechende Vorrichtung des folgenden Goniometers.

Ein von Fuess ausgestelltes Wollaston'sches Reflexionsgoniometer mit

---

[1]) Vgl. G. Rose, zur Erinnerung an E. Mitscherlich, Zeitschr. deutsch. geolog. Ges. 1864, Bd. 16.

[2]) a. a. O.

[3]) F. Degen, Verbesserung am Reflexionsgoniometer. Pogg. Ann. 1833, Bd. 27, 687. Vgl. C. Fr. Naumann, Lehrbuch der rein. und angew. Krystallogr. 1830, Bd. 2, 388.

Beobachtungsfernrohr wird durch Fig. 173 a. folg. S. veranschaulicht[1]). Die Krystallträgerachse ist zylindrisch durchbohrt und nimmt den in ihr verschiebbaren, in ein Prisma auslaufenden Stab *b* auf. Die Kante des Prismas liegt genau in der Drehungsachse des Theilkreises und giebt daher einen An-



Fig. 172 ($^1/_4$ natürl. Gr.).

zeiger für die Position, welche die Kante eines zu messenden Flächenwinkels einnehmen muss. Diese Vorrichtung erleichtert wesentlich die Operation des Zentrirens und Justirens. Die Zentrir- und Justirvorrichtung gestattet zuvörderst in einer zur Ebene des Theilkreises parallelen Ebene zwei radiale Bewegungen vermittels des Schlittens *s* und des in der Hülse *h* verschiebbaren Stiftes *k*, ausserdem zwei Drehungen, indem der Arm *z* um das Scharnier *y*, der Stift *k* um seine Achse gedreht werden kann. Auf dem Fussgestell des Goniometers sitzt in dem Rahmen *o* ein schwarzer Degen'scher Spiegel *S*. Der Rahmen *o* ruht bei *c* auf einem Plättchen, so dass er im übrigen hohl liegt. Die Schraube bei *c* dient als Universalgelenk. Man kann vermittels der Schraube *t* den Rahmen heben und senken, mit Hülfe der Schrauben *p* und *q* die Achse des Spiegels in einer horizontalen Ebene drehen. Demnach kann die Drehungsachse des Spiegels genau parallel zur Drehungsachse des Theilkreises gestellt werden. Der Träger *l* des Beobachtungsfernrohres sitzt auf dem Schlitten *n*, der auf

[1]) Ueber dasselbe gab M. Websky eine Notiz in den Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde zu Berlin, Jahrg. 1879, S. 142.

der Schiene *m* parallel zur Drehungsachse des Goniometers verschoben werden kann. Der Träger kann so eingestellt werden, dass die optische Achse des Fernrohres genau in eine zur Ebene des Theilkreises parallele

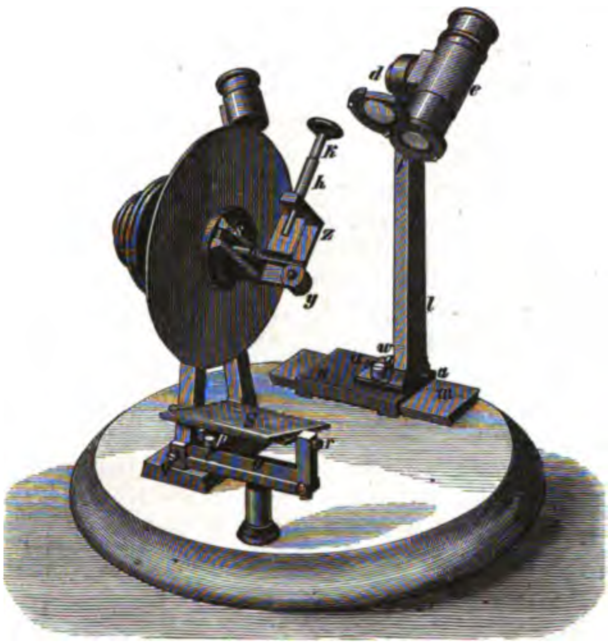


Fig. 178 (1/3 natürl. Gr.)

Ebene zu liegen kommt. Wird nämlich die Schraube *w*, deren Hals lose durch den Fuss des Trägers geht und deren Muttergewinde sich in dem Schlitten *n* befindet, gelüftet, so ist der Träger um die Schraube *v* drehbar. Mit Hülfe der Justirschrauben *a a*, denen die Schraube *w* zum Angriffspunkte dient, kann nach einer wohlbekannten Methode der Träger justirt werden. Die endgültige Stellung desselben wird durch Anziehen der Schraube *w* fixirt. Das Beobachtungsfernrohr ist um *d* in einer zur Ebene des Theilkreises parallelen Ebene drehbar. Die Hülse *e* lehnt sich gegen die Anschlagschraube *f*, welche so einzustellen ist, dass die Richtung der optischen Achse des Fernrohrs die Rotationsachse des Theilkreises schneidet. An dem Okularrohr sitzt ein Stift, welcher in einem Ausschnitt des mit der Hülse *e* fest verbundenen Objektivtubus gleitet. Damit ist das Fadenkreuz des Fernrohres derart orientirt, dass der eine Faden desselben bei einer Drehung des Fernrohres um *d* stets horizontal bleibt. Will man die optische Achse des Fernrohres auf die Rotationsachse des Goniometers

richten, so dreht man bei vorgeschlagener Lupe das Fernrohr um *d*, bis der Horizontalfaden sich mit der Kante des Prismas *b* deckt.

Fuess hatte ferner ein nach den Angaben von J. Hirschwald[1]) konstruirtes Mikroskopgoniometer ausgestellt. Diesem Instrumente liegt das Prinzip zu Grunde, die Empfindlichkeit eines Mikroskopes in der genauen Einstellung eines ebenflächigen Objektes als Hülfsmittel beim Zentriren und Justiren von Kanten, die von nicht spiegelnden Krystallflächen gebildet werden, zu benutzen. Das Instrument besteht aus einem Wollaston'schen Goniometer, einem Mikroskop und einem Fernrohr. Das Goniometer ist mit der horizontalen Grundplatte fest verbunden; die Krystallträgerachse desselben kann durch eine Mikrometervorrichtung fein eingestellt werden. Die Zentrir- und Justirvorrichtung besteht aus einer Planscheibe, die eine allseitige Verschiebung in einer zur Drehungsachse des Theilkreises senkrechten Ebene ermöglicht, und aus einer Kugelverschiebung, einem sog. Petzval'schen Träger[2]). An einem zweiten derartigen Instrumente war diese Vorrichtung jedoch zweckmässiger durch die oben beschriebene Zentrir- und Justireinrichtung ersetzt worden.

Das Mikroskop steht auf einem Doppelschlitten und ist vermittels desselben parallel und senkrecht zur Drehungsachse des Goniometers verschiebbar, so dass es möglich ist, eine am Goniometer befestigte, im Fokalabstand des Mikroskopes eingestellte Krystallfläche in ihrer ganzen Ausdehnung mit dem Mikroskope zu bestreichen. Der Schlitten, welcher sich in der Richtung senkrecht zur Goniometerachse bewegt, trägt einen Nonius, der an einer festen Skale die Verschiebung des Schlittens in halben Millimetern anzeigt. Die Mikrometerschraube des Mikroskopes hat ein Windungsintervall von 0,4 mm und trägt einen an einem festen Index gleitenden Theilkreis, der 0,004 mm Hebung oder Senkung des Mikroskopes abzulesen erlaubt. Das Okular enthält einen parallel der Drehungsachse des Goniometertheilkreises adjustirten Faden. Derselbe liegt genau in der durch die Drehungsachse des Goniometers gehenden Vertikalebene, wenn der erwähnte, in der Richtung senkrecht zur Goniometerachse bewegliche Schlitten auf den Nullstrich der Skale eingestellt ist. Das Mikroskop hat eine 350-fache Vergrösserung, 1,2 mm Fokalabstand und eine Empfindlichkeit der Einstellung von 0,004 mm, nach Ausschaltung der unteren Objektivlinse nur eine 200-fache Vergrösserung, 6 mm Fokalabstand und eine Empfindlichkeit von 0,008 mm. Das kleine mit einem Fadenkreuz versehene Fernrohr, dessen optische

[1]) Das Mikroskopgoniometer, ein neues Instrument zum Messen von Krystallen mit spiegellosen Flächen. Jahrb. Mineralogie, 1879, S. 301. — Messungen mit dem Mikroskopgoniometer ebenda S. 539.

[2]) Vgl. W. Haidinger: Ein optisch-mineralogisches Aufschraubegoniometer. Sitzungsber. Wien. Akad. Nov. 1855 und Pogg. Ann. Bd. 97, S. 590.

Achse genau in die Verlängerung der Drehungsachse des Goniometers fällt, ist parallel zu dieser Drehungsachse verschiebbar.

Die Methode der Messung besteht nun darin, dass 1. die Kante des zu messenden Flächenwinkels vermittels des Okularfadens des Mikroskopes parallel zur Drehungsachse des Goniometers gestellt wird, 2. dieselbe Kante zentrirt wird, so dass sie, mit dem Fernrohr betrachtet, im Mittelpunkte des Fadenkreuzes erscheint und bei einer Drehung des Krystalles um die Goniometerachse in dieser Stellung verharrt, 3. die beiden, jene Kante bildenden Krystallflächen allmälig mit Hülfe des Mikroskopes genau horizontal eingestellt werden. Der am Goniometer abzulesende Winkel, um welchen der Krystall gedreht werden muss, damit die zweite Fläche die Lage der ersten einnimmt, ist der von den Normalen der beiden Flächen eingeschlossene Winkel.

Hirschwald berechnet den Grad der Genauigkeit der Messung für eine Durchschnittbreite der Krystallflächen von x mm und für einen Fehler der Einstellung des Mikroskopes von u mm nach $\tan \alpha = 2\frac{u}{x}$ zu:

$\alpha = 2' 45''$ für $x = 10$ mm, $u = 0{,}004$ mm
$\alpha = 5' 30''$ - $x = 5$ - $u = 0{,}004$ -
$\alpha = 5' 30''$ - $x = 10$ - $u = 0{,}008$ -
$\alpha = 11' 0''$ - $x = 5$ - $u = 0{,}008$ -

Durch die Konstruktion eines sehr empfindlichen Linsensystems, welches bei 500-facher Vergrösserung und einem Fokalabstande von 0,76 mm eine maximale Fehlergrenze der genauen Bildeinstellung von 0,0015 mm zeigt, hat das Mikroskopgoniometer, wie Hirschwald berichtet[1]), eine wesentliche Verbesserung erfahren.

Ueber die Brauchbarkeit der von Hirschwald vorgeschlagenen Methode der Krystallmessung gab Calderon einige kritische Bemerkungen[2]), welche jedoch keineswegs durch die dem Kritiker aus eigener Anschauung nicht bekannten, von Fuess konstruirten Instrumente, sondern durch einen von Calderon selbst aus einem kleinen Goniometer von Meyerstein und einem Hartnack'schen Mikroskop zusammengestellten Apparat veranlasst wurden. Diesen Bemerkungen gegenüber hat Hirschwald nochmals die Leistungsfähigkeit des Mikroskopgoniometers, welche auf der mechanisch exakten Verbindung der beiden Theile des Instrumentes und auf der Empfindlichkeit der mikroskopischen Einstellung beruht, geltend gemacht[3]).

Bemerkenswerth ist das von Fuess ersonnene und ausgestellte Fühlhebelgoniometer (Fig. 174). Dasselbe soll wie das Mikroskopgoniometer zum Messen der Flächenwinkel nicht spiegelnder Krystallflächen dienen. Nur wird hier als Hülfsmittel beim Zentriren und Justiren an

[1]) Jahrb. Min. 1880. I. Bd. 156 f. und Carl's Repert. für Exper. Physik. XV, 600.
[2]) Zeitschr. für Krystallogr. Bd. 4, 221.
[3]) Jahrb. Min. 1880. a. a. O.

Stelle des Mikroskopes der Fuess'sche Fühlhebel[1]) benutzt. Das Instrument besteht aus dem von einer vollkommen ebenen, matten Glasplatte gebildeten Sockel *A*, dem Wollaston'schen Goniometer *G* und dem Stativ *B* mit dem Fühlhebelsystem. Das Stativ *B* ruht auf der Glasplatte *A* mit zwei

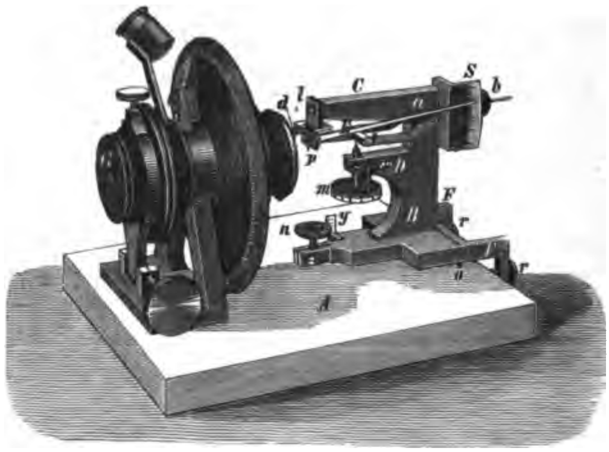


Fig. 174 (1/3 natürl. Gr.).

Zapfen *o* (in der Figur ist nur einer derselben sichtbar) und der Stellschraube *n*, deren Kopf an seinem Umfange in 100 gleiche Theile getheilt ist. Ein Intervall der Theilung entspricht 0,005 mm. Eine auf dem Stativ befestigte Skale *y* dient als Index. Von dem Stativ gehen zwei Arme *F* aus, welche die Muttern für die Stellschrauben *r* enthalten. Mit den Schrauben r gleitet das Stativ an einer zur Richtung der Goniometerachse senkrechten Seitenfläche des Sockels *A*. Der Arm *D* des Stativs enthält die Mutter für die der Schraube *n* gleiche Einstellschraube *m* des Fühlhebelsystems. An den Arm *C* des Stativs ist die Schneide *l* befestigt. Dieser Schneide tritt die an dem Arm *i* befestigte Schneide *c* entgegen, welche an ihrer Unterseite das zum Abfühlen der Krystallflächen bestimmte Elfenbeinstiftchen *p* trägt (vergl. Detailzeichnung in Fig. 175). Der um *a* drehbare Arm *i* erhält seine Stütze durch die Schraube *m*. Die auf dem Fortsatz *t* des Armes *i* verschiebbare Kugel *b* ist so einzustellen, dass das Elfenbeinstiftchen *p* nur mit einem äusserst geringen Drucke auf der abzufühlenden Fläche lastet. Zwischen den beiden Schneiden *l* und *c* liegt der Fühlhebel *E*, dessen langer Arm auf die Skale *S* zeigt. Der kleine Knopf *d*

[1]) Ueber die Konstruktion desselben vgl. den Bericht des Herrn Giese, S. 261 und den Aufsatz von P. Glatzel: Neue Versuche über die Ausdehnung von Körpern durch die Wärme, Pogg. Ann. Bd. 160, S. 497.

ist derart einzustellen, dass der auf der unteren Schneide *c* ruhende Fühlhebel sich mit einem geringen Uebergewicht nach dem Goniometer hin neigt und auf diese Weise beide Schneiden berührt. Der noch merkbare Ausschlag des langen Armes entspricht einer Hebung oder Senkung des Elfenbeinstiftchens um 0,0005 mm.

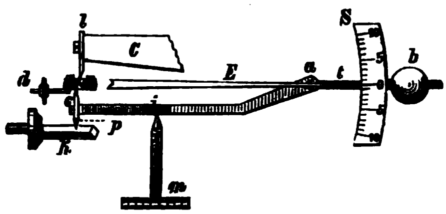


Fig. 175 (1/2 natürl. Gr.).

Hieraus ergiebt sich der Grad der Genauigkeit, welche in der Einstellung einer Krystallfläche parallel zur oberen Fläche der Glasplatte *A* zu erreichen ist, wenn die Breite der Krystallfläche *x* mm beträgt. Der Fühlhebel giebt nämlich noch eine Abweichung φ von dem Parallelismus der beiden in Rede stehenden Flächen an, für welche $\sin\varphi = \frac{0,0005}{x}$ ist. Für $x = 1$ mm ist $\varphi = 2$ Minuten.

Die dem Instrumente beigegebene Hülfsvorrichtung (Fig. 176) zum Zentriren und Justiren besteht aus einer Platte *p*, welche mit drei Stellschrauben *s*



Fig. 176.

auf der Grundplatte *A* des Goniometers ruht. Zwei von der Platte *p* ausgehende Arme mit Stellschrauben *t*, welche eine Seitenfläche der Grundplatte berühren, sichern in ähnlicher Weise wie die Schrauben *r* bei dem Fühlhebelapparat die Bewegung der Vorrichtung längs der Seitenfläche. Auf der Platte *p* erhebt sich ein Ständer, welcher ein Stahllineal *l* trägt. Die Schrauben *s* und *t* sind nun derart eingestellt, dass die scharfe Linealkante genau in die Verlängerung der Rotationsachse des Goniometers fällt. Damit dies möglich sei, muss natürlich die Goniometerachse der oberen Fläche und der Seitenfläche der Grundplatte parallel gehen. Mit Hülfe

dieser Vorrichtung kann man zuvörderst die Krystallkante annähernd zentriren und justiren, sodann auch eine Krystallfläche auf ihren Parallelismus zur Grundplatte prüfen. Hierdurch wird die Handhabung des Fühlhebels zweckmässig erleichtert.

B. Spektrometer und Refraktometer.

Die genaueste Methode zur Bestimmung der Hauptbrechungsindices durchsichtiger Krystalle beruht auf der Beobachtung der Ablenkung des Lichtes durch Prismen, welche bei den doppeltbrechenden Krystallen parallel einer optischen Elastizitätsachse geschnitten sein müssen, mit Hülfe eines Spektrometers.

Die von R. Fuess ausgestellten Reflexionsgoniometer mit horizontalen Theilkreisen können leicht in Spektrometer umgewandelt werden. Bei dem grossen Goniometer (Fig. 167 S. 322) hat man zu diesem Zweck nur nöthig Theilkreis und Kollimator festzuklemmen, während sowohl Krystallträger als Beobachtungsfernrohr für sich beweglich bleiben müssen. Bei dem kleineren Goniometer (Fig. 171) ist der Kollimator von vorn herein mit dem Dreifuss fest verbunden. Es ist daher nur der Theilkreis festzuklemmen. Dagegen sind die zu dem Krystallträger und zu dem mit dem Noniuskreis fest verbundenen Beobachtungsfernrohr gehörenden Klemmvorrichtungen zu lösen.

Auch das grössere der beiden von Oertling ausgestellten Reflexionsgoniometer mit vertikalen Theilkreisen kann als Spektrometer benutzt werden. Allerdings sind besondere Vorrichtungen hierzu erforderlich[1]) (Fig. 177). Auf den Dreifuss *D* wird ein Sockel *A* geschraubt, welcher eine Säule und ein auf dieser ruhendes Kollimatorrohr *C* trägt. In der Hauptbrennweite des Kollimatorobjektivs befindet sich ein mit Hülfe der Mikrometerschraube *t* verschiebbarer, gerader Spalt *s*. Mit dem Theilkreis wird ein auf einem Träger *R* sitzendes Beobachtungsfernrohr *B* durch eine Klemmschraube *K* derart fest verbunden, dass die optische Achse des Fernrohres parallel zur Ebene des Theilkreises und durch die Rotationsachse desselben geht. Das von Oertling ausgestelle Beobachtungsfernrohr, der zugehörige Träger und die erwähnte Klemmvorrichtung sind aus Aluminium hergestellt, damit der nachtheilige Einfluss der ganzen Vorrichtung auf die Achsen des Instrumentes ein möglichst geringer sei.

F. Schmidt & Haensch hatten ein grosses Spektrometer eigener Konstruktion, ein solches nach Meyerstein und ein Refraktometer nach

[1]) Vgl. F. E. Neumann, Pogg. Ann. 1835, Bd. 35, 85f. Heusser, Pogg. Ann. 1853, Bd. 89, 532. A. Schrauf, Physikalische Mineralogie, 1866, Bd. II, S. 232. V. von Lang a. a. O.

Abbe ausgestellt. Letzteres entspricht dem grössten der von Abbe konstruirten und beschriebenen Refraktometer[1]).

Von hervorragender praktischer Bedeutung für die Krystalloptik ist das von F. Kohlrausch erfundene Totalreflektometer, welches gestattet die

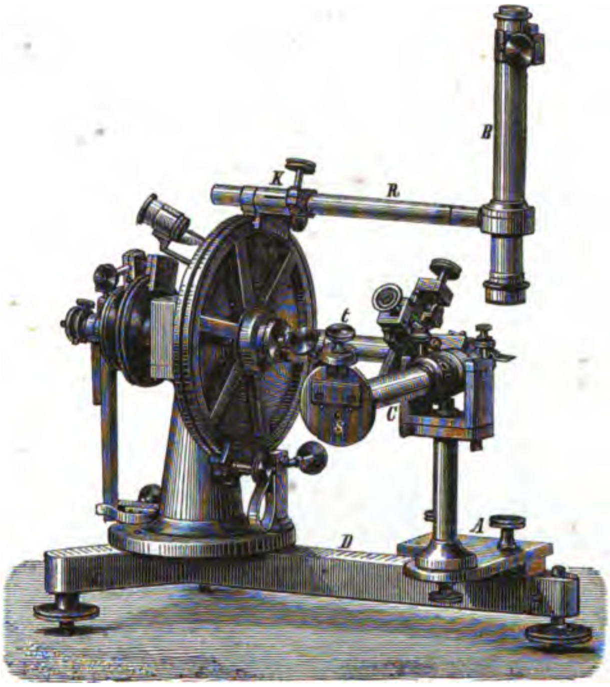


Fig. 177.

Hauptbrechungsindices an irgend einer ebenen und spiegelnden durchsichtigen oder undurchsichtigen Fläche eines Krystalles zu bestimmen, wenn man eine Flüssigkeit besitzt, die das Licht stärker bricht als der zu untersuchende Krystall. Ein derartiges Instrument fehlte leider auf der Ausstellung[2]).

---

[1]) Vgl. Abbe, Neue Apparate zur Bestimmung des Brechungsvermögens etc. Jena 1874. S. 73 Fig. 7.

Mit Hülfe eines Refraktometers wurden von L. Matthiessen die Hauptbrechungsindices von Gyps und Glimmer bestimmt. Vgl. Zeitschr. f. Math. u. Physik. 1878, 187 und Zeitschr. für Krystallog. III. 1879, 330.

[2]) R. Fuess hat eine Verbindung des Totalreflektometers mit seinen Reflexionsgoniometern hergestellt. Vgl. Th. Liebisch, Sitzungsberichte d. Ges. naturf. Freunde zu Berlin. 1879, 159.

C. Polarisationsinstrumente.

Der Zweck der im Folgenden zu beschreibenden Polarisationsinstrumente ist die Bestimmung der Schwingungsrichtungen in doppeltbrechenden Krystallplatten, die Aufsuchung der Ebene der optischen Achsen, die Messung des scheinbaren Winkels der optischen Achsen bei ihrem Austritt aus dem Krystall in Luft oder in eine Flüssigkeit, die Ermittelung des Charakters der Doppelbrechung und die Bestimmung des Betrages der Drehung, welche die Polarisationsebene einer homogenen Lichtsorte durch eine zirkularpolarisirende Substanz erfährt. Zu allen diesen Untersuchungen werden durchsichtige Krystalle in Gestalt von planparallelen Platten verwendet.

Fuess hatte ausser einem, mit einem kleinen Achsenwinkelapparat versehenen Polarisationsapparate nach Nörremberg die von ihm nach den Angaben von P. Groth konstruirten Polarisationsinstrumente ausgestellt, welche zusammen mit einem kleinen Reflexionsgoniometer und Spektrometer einen der wohlbekannten und verbreiteten krystallographisch-optischen Universalapparate bilden. Da diese Apparate von Groth selbst eingehend beschrieben worden sind[1]), so kann sich dieser Bericht auf die Angabe der wesentlichsten Theile und der in neuester Zeit an denselben vorgenommenen Verbesserungen beschränken.

Die Polarisationsinstrumente, welche der Universalapparat zusammenzustellen gestattet, sind: ein Polarisationsinstrument für konvergentes Licht, ein solches für paralleles Licht, ein Stauroskop und ein Achsenwinkelapparat. Diese Instrumente sollen sowohl zu Bestimmungen der Konstanten der Lichtbewegung in Krystallen, als zu Demonstrationen bei Vorlesungen dienen. Der letztere Zweck erfordert, dass alle verstellbaren Theile derart mit Einstellungsmarken ausgerüstet seien, dass jede der vorgeschriebenen Kombinationen sicher und in kürzester Zeit hergestellt werden kann. Diese Bedingung befriedigen die ausgestellten Instrumente in höherem Grade als die älteren Apparate.

Das Polarisationsinstrument für konvergentes Licht ist in Fig. 178 im Durchschnitt dargestellt. An dem dreiseitigen Stativ *A* können zwei Arme *B* und *C* auf und nieder bewegt werden. Der untere Arm *B* trägt den Polarisator, das Nicol'sche Prisma *p* und das Sammellinsensystem *n*. Von dem oberen, mit einer Triebbewegung versehenen Arme *C* werden das Beobachtungsfernrohr, bestehend aus dem Objektivsystem *o* und der Okularlinse *t*, und der Analysator, das Nicol'sche Prisma *q*, ge-

---

[1]) Vgl. Ueber Apparate und Beobachtungsmethoden für krystallographisch-optische Untersuchungen. Pogg. Ann. 1871 Bd. 144, S. 34 f. — Physikalische Krystallographie. Leipzig 1876. S. 471 f.

tragen. Mit dem Polarisator befinden sich in derselben Hülse f zwei Linsen e und e', deren gemeinsamer Brennpunkt in der Mitte von p liegt.

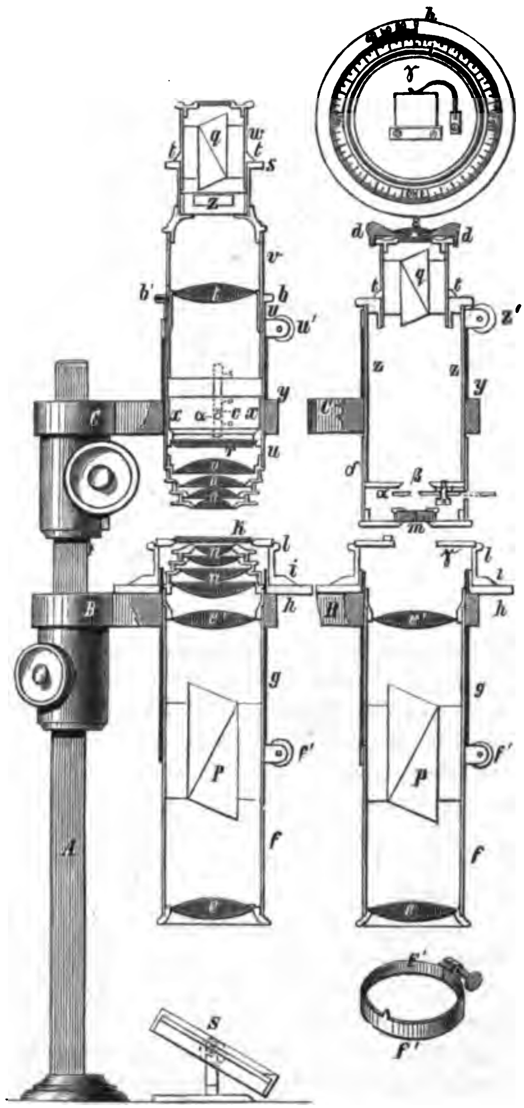


Fig. 178 (1/3 natürl. Gr.). Fig. 179.

Diese Linsen bewirken, dass die von dem Beleuchtungsspiegel S in den Apparat geleiteten Lichtstrahlen als ein Bündel paralleler Strahlen nach

dem in den oberen Theil der Hülse *f* eingeschobenen Sammellinsensystem *n* gelangen. Um die Hülse *f* ist ein, mit einem dreieckigen Ansatze versehener Anschlagring *f'* gelegt, dessen Konstruktion in der Detailzeichnung von Fig. 179 veranschaulicht wird. Dem Ansatz des Ringes *f'* entsprechen zwei dreieckige Einschnitte der Hülse *g*. Greift der Ringansatz in einen dieser beiden Einschnitte, so ist die Stellung der Hülse *f* und damit auch die Lage der Schwingungsebene des Polarisators zu der mit dem Arme *B* fest verbundenen Hülse *g* fixirt. Mit dem Arme *B* ist noch der Noniuskreis *h* fest verbunden. Der Anschlag *f'* umschliesst nun die Hülse *f* derart, dass der Hauptschnitt des Polarisators mit der durch den Nullstrich des festen Nonius und die optische Achse des Instrumentes gelegten Ebene, welche bei der gewöhnlichen Stellung des Beobachters zum Instrument von vorn nach hinten gerichtet ist, zusammenfällt oder einen Winkel von 45° bildet, je nachdem der Ringansatz in den einen (durch die Marke † bezeichneten) oder den anderen (mit der Zahl 45 versehenen) dreieckigen Einschnitt der Hülse *g* eingreift. Auf dem Noniuskreis schleift der, an der kurzen Hülse *l* sitzende, an seinem Umfange in ganze Grade eingetheilte Theilkreis *i*. An demselben können mit dem Nonius zwei Minuten abgelesen werden. Die Bezifferung der Theilung schreitet in einem, zum Bewegungssinne eines Uhrzeigers entgegengesetzten Sinne vor. Auf der Hülse *l* liegt die kreisförmige von einem Messingringe eingefasste und durch einen Stift in ihrer Lage festgehaltene Glasplatte *k*, welche das zu untersuchende Präparat trägt.

Das Objektivrohr des Beobachtungsfernrohres enthält in der Brennebene des Systems *o* ein Glasmikrometer *r*, bestehend aus einem Kreuz, welches auf einem seiner Arme eine Theilung trägt. Vermittels des Anschlagringes *u'*, welcher wie *f'* einen dreieckigen Ansatz besitzt, kann die Stellung der Hülse *u* des Objektivrohres zu der mit dem Arme *C* fest verbundenen Hülse *y* derart fixirt werden, dass der, die ganze Länge der Theilung durchschneidende Strich des Mikrometers senkrecht zu der durch die Instrumentachse und den Noniusnullstrich gehenden Ebene steht. In dem Rande *bb'* des Objektivrohres *u* befindet sich bei *b'* ein Stift, welcher in einen vertikalen Einschnitt des Okularrohres *v* greift. Auf dem oberen Rande *s* des Okularrohres ist vorn eine Marke angebracht. Die Hülse *w* des Analysators trägt einen Theilkreis *t*, dessen Gradeintheilung in einem dem Bewegungssinne eines Uhrzeigers entgegengesetzten Sinne beziffert ist. Zeigt dieser Kreis mit 0° oder 180° auf jene Marke, so sind die Schwingungsebenen von Polarisator und Analysator einander parallel; zeigt dagegen der Kreis mit 90° oder 270° auf die Marke, so stehen dieselben Ebenen senkrecht zu einander. Bei *z* befindet sich ein Schlitz zur Aufnahme eines Quarzkeiles oder einer zirkularpolarisirenden Glimmerplatte.

Will man ein Präparat weniger stark konvergirenden Lichtstrahlen aussetzen, so schraubt man die kleineren Linsen der Systeme *n* und *o* ab.

Man erhält auf diese Weise drei Kombinationen: 1. mit vollständigen Linsensystemen, 2. mit Systemen von je drei Linsen, 3. mit Systemen von je zwei Linsen. Da die Brennpunkte der verschiedenen Kombinationen an verschiedenen Stellen der optischen Achse des Instrumentes liegen, so muss das Glasmikrometer *r* verschiebbar sein. An der Fassung *x* des Mikrometers befindet sich eine Schraube *a*, deren Kopf in einem Schlitz des Objektivrohres *u* gleitet. Die Fassung trägt auf dem durch den Schlitz sichtbaren Theile eine Marke *c*. Wird *c* nach und nach mit den drei in das Objektivrohr *u* eingravirten Marken zur Koinzidenz gebracht, so fällt das Glasmikrometer der Reihe nach mit den Brennebenen der genannten Linsenkombinationen *o* zusammen. Man kann die Einstellung der Mikrometerfassung *x* leicht durch Einschieben des Okularrohres *v* in das untere Ende des Objektivrohres *u* bewirken, wenn man vorher das Linsensystem *o* abgeschraubt hat. Schaltet man die kleineren Linsen der Systeme *n* und *o* aus, so ist es zweckmässig, gleichzeitig die Okularlinse im Okularrohr *v* in die Höhe zu schieben. Es muss dann das Okularrohr entsprechend tiefer in das Objektivrohr gesenkt werden, und hierdurch gewinnt das erstere Rohr wieder die sichere Lage im Objektivrohr, welche es in Folge der Verschiebung des Glasmikrometers verloren hatte. Für diese Veränderung der Lage der Okularlinse erscheinen jedoch besondere Marken nicht nothwendig.

Aus dem Polarisationsinstrument für konvergentes Licht erhält man ein solches für paralleles Licht, wenn man das Sammellinsensystem *n* aus der Hülse *f* entfernt und das Beobachtungsfernrohr durch die leere Hülse *z*, welche auf dem vorderen Theile ihres Randes mit einer Marke versehen ist (Fig. 179), ersetzt. Das so gewonnene Instrument wird in ein Stauroskop, d. h. in ein zur Bestimmung der Lage der optischen Hauptschnitte planparalleler doppelbrechender Krystallplatten dienendes Instrument umgewandelt, wenn man die Glasplatte *k* durch den Krystallträger γ versetzt (von dem in Fig. 179 oben eine vergrösserte Ansicht gegeben wird), auf das untere Ende der Hülse *z* die Hülse δ schiebt, welche eine Calderon'sche Kalkspathdoppelplatte *m*[1]), die Diaphragmascheibe α und das Diaphragma β enthält, und auf den Analysator das Diaphragma *d* mit dem Augenglase ε setzt. Das Augenglas hat eine Brennweite von 120 mm und bewirkt, dass der Beobachter gleichzeitig das Präparat und die Calderon'sche Platte deutlich sieht[2]).

Der Achsenwinkelapparat ist in Fig. 180 abgebildet. Das Stativ desselben besteht aus einer Platte *I*, von der sich zwei Säulen *R R'* erheben. Jede derselben trägt eine Hülse. Die Hülse *A* nimmt das Beobachtungsfern-

[1]) L. Calderon: Ueber einige Modifikationen des Groth'schen Universalapparates und über eine neue Stauroskopvorrichtung. Zeitschr. für Krystallogr. 1877. Bd. II, S. 68.

[2]) Ueber die zur Korrektion der Stauroskopmessungen dienende Formel vgl. Websky, Zeitschr. für Krystallogr. 1880, IV, 567.

rohr des Polarisationsinstrumentes für konvergentes Licht, die Hülse *A'* den Tubus *f* desselben Apparates auf. Die Entfernung der Linsensysteme *o* und *n* von einander muss so gross sein, dass der zu untersuchenden Krystallplatte eine ganze Umdrehung um die vertikale Rotationsachse des Instrumentes ertheilt werden kann. Soll der Winkel der optischen Achsen in Oel gemessen

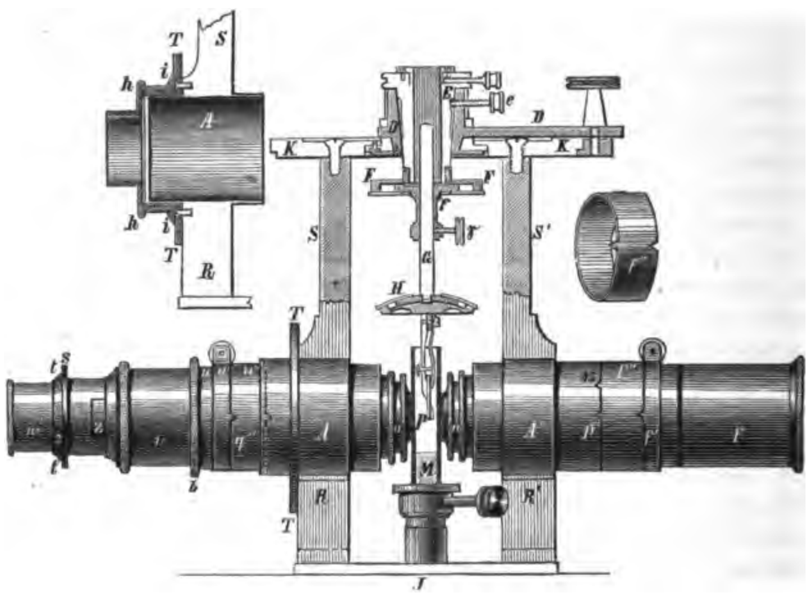


Fig. 180 (1/3 natürl. Gr.).

und zu diesem Zwecke das Oelgefäss *M* benutzt werden, so erhält man die passende Entfernung der beiden Linsensysteme, wenn man die Zwischenringe *u''* und *f''* so einschaltet, wie es die Figur angiebt. Die Anschlagringe *u'* und *f'* können dazu verwendet werden, die Lage der Hauptschnitte von Polarisator und Analysator zu der durch die optische Achse des Beobachtungsfernrohres und die Rotationsachse des Intrumentes gelegten Ebene zu fixiren. Greifen nämlich der dreieckige Ansatz *p''* des Zwischenringes *f''* in den dreieckigen Ausschnitt der Hülse *A'*, an welchem die Marke † steht, und der Ansatz *q''* des Zwischenringes *u''* in den Ausschnitt der Hülse *A*, sind ferner die Hülsen *u* und *f* in die Hülsen *A* und *A'* so eingeführt, dass die dreieckigen Ansätze ihrer Anschlagringe *u'* und *f'* in die ihnen zugewendeten Ausschnitte der Zwischenringe *u''* und *f''* eingreifen, so ist der Hauptschnitt des Polarisators parallel zu der durch die optische Achse und die Rotationsachse des Instrumentes gelegten Ebene; der die Theilung

tragende Arm des Glasmikrometers im Beobachtungsfernrohr steht dann senkrecht zur Rotationsachse und die Marke auf dem Rande *s* liegt in der durch die optische Achse und die Rotationsachse des Instrumentes gelegten Ebene. Greift hingegen der Ansatz *p''* des Zwischenringes *f''* in den Ausschnitt der Hülse *A'*, an welchem die Ziffer 45 steht, so ist der Hauptschnitt des Polarisators unter 45° zu der durch die optische Achse und die Rotationsachse des Instrumentes gelegten Ebene geneigt.

Auf den Hülsen *A A'* stehen die Säulen *S S'*, welche einen, an seinem Umfange in halbe Grade eingetheilten Kreis *K* tragen. Derselbe führt in einer zentralen Durchbohrung die hohle Achse *B*, welche mit Hülfe des Armes *D* gedreht werden kann. An einem zu *D* senkrecht stehenden Arme sitzen einander diametral gegenüber liegend zwei Nonien, welche Minuten angeben. Die Achse *B* umfasst eine zweite hohle Achse *E*, welche vermittels der Schraube *e* an *B* festgeklemmt werden kann. An das untere Ende von *E* wird der als Krystallträger und als Zentrir- und Justirvorrichtung dienende Apparat angeschraubt. Derselbe besteht aus der Scheibe *F*, in welcher eine die Stahlachse *G* führende Platte *f* horizontal verschoben werden kann, und aus dem auf das untere Ende von *G* aufgeschraubten Petzval'schen Träger *H* mit der Pinzette *P*. Der Stab *G* ist vertikal verschiebbar und kann mit Hülfe der Schraube *g* an *f* festgeklemmt werden.

Zur Untersuchung zirkularpolarisirender Substanzen dient die links von der Hauptfigur in Fig. 180 abgebildete Vorrichtung. Die Hülse *A* trägt einen in ganze Grade eingetheilten Kreis *T*. Ist das Beobachtungsfernrohr aus der Hülse *A* entfernt worden, so kann auf *A* eine Hülse *h* aufgesetzt werden, welche mit einem Noniuskreis *i* versehen ist. Letzterer gieb fünf Minuten an.

Die Justirung der Polarisations-Instrumente wird am zweckmässigsten mit der Einstellung des Stauroskops begonnen, d. h. man orientirt die optischen Theile dieser Instrumente auf die von vornherein festen mechanischen Theile mit Hülfe der empfindlichen Calderon'schen Doppelplatte. Zuvörderst ersetzt man den Krystallträger γ des Stauroskops (Fig. 179, S. 343) durch eine, mit einem geradlinigen Doppelstrich versehene, in einen Messingring gefasste Glasplatte, welche wie jene durch einen Stift in der Hülse *l* festgehalten wird. Zeigt der Nullstrich des Theilkreises *i* auf den Nullstrich des Nonius *h*, so liegt der geradlinige Innenraum des Doppelstrichs genau in der durch den Noniusnullstrich und die optische Achse des Instrumentes gelegten Ebene. Polarisator und Analysator müssen eine solche Lage haben, dass die Trennungslinie der beiden Hälften der Calderon'schen Platte deutlich wahrzunehmen ist; im übrigen ist ihre Stellung beliebig zu wählen. Man kann nun mit grosser Schärfe die Calderon'sche Platte so auf den Doppelstrich einstellen, dass ihre Trennungslinie zwischen den beiden Strichen des Doppelstriches und genau parallel zu denselben er-

scheint[1]). Ist diese Einstellung erfolgt, so wird der Klemmring *z'* angezogen. Damit ist die Lage der Marke auf dem Rande der Hülse *z* fixirt. Zeigt der Theilkreis *t* des Analysators mit 0° oder 180° auf diese Marke, so steht die Schwingungsebene des Analysators senkrecht zum Doppelstrich, also auch zur Zusammensetzungsebene der Calderon'schen Doppelplatte. Giebt man dem Analysator eine dieser beiden Lagen, so ist schliesslich noch die Hülse *f* mit dem Polarisator so einzustellen, dass die beiden Hälften der Calderonschen Platte genau gleiche Helligkeit und Farbe zeigen. Dann läuft die Schwingungsebene des Polarisators parallel zu dem Doppelstrich und zu der Zusammensetzungsebene der Calderon'schen Platte. Diese Stellung ist durch Anziehen des Klemmringes *f'* festzuhalten.

Das Polarisationsinstrument für konvergentes Licht wird hierauf in folgender Weise eingestellt. Das Beobachtungsfernrohr wird, nachdem die Okularlinse *t* ausgeschaltet, dagegen das Augenglas ε aufgesetzt ist, in die feste Hülse *z* so eingeführt, dass sein Objektiv der mit einem Doppelstrich versehenen Glasplatte so nahe als möglich kommt und dass der nicht die Theilung tragende Arm des Glasmikrometers *r* mit dem Doppelstrich der Glasplatte parallel läuft. Ist diese Stellung erreicht, so wird der Klemmring *u'* angezogen. Damit ist die Marke in dem Rande *s* des Okularrohres fixirt. Schliesslich wird das Sammellinsensystem *n* in die Hülse *f* eingesetzt, deren Klemmring *f'* die ihm vorhin ertheilte Stellung behält.

Zur Justirung des Achsenwinkelapparates (Fig. 180, S. 346) bedient man sich einer Calderon'schen Platte, die an ihrem Rande mit einem Messingstift versehen ist und vermittels desselben von der Pinzette *P* gehalten werden kann. Mit Hülfe des Mittelpunktes des Glasmikrometers im Beobachtungsfernrohre stellt man die Calderon'sche Platte so ein, dass ihre Trennungsebene senkrecht zur Rotationsachse des Instrumentes steht. Hierauf bringt man das Beobachtungsfernrohr in die Lage, dass der die Theilung tragende Arm des Mikrometers parallel der Trennungsebene der Calderon'schen Platte läuft. Damit ist die Marke auf dem Rande *s* des Beobachtungsfernrohres in die durch die optische Achse des Fernrohres und die Rotationsachse des Instrumentes gelegte Ebene gebracht. Setzt man nun den Analysator so auf, dass sein Nullstrich auf die Marke *s* zeigt, so ist nur noch nach dem bei dem Stauroskop angegebenen Verfahren der Polarisator einzustellen.

---

[1]) Es ist offenbar, dass diese Methode der Justirung des Stauroskops wesentlich auf der Anwendung der Calderon'schen Platte beruht und nicht übertragen werden kann auf diejenigen Stauroskope, bei denen das Entstehen oder das Vergehen einer Interferenzfigur zur Einstellung benutzt wird.

D. Kalkspath- und Quarzpräparate.

C. A. Niendorf hatte eine Reihe vortrefflich ausgeführter Kalkspath- und Quarzpräparate ausgestellt: Kalkspathspaltungsrhomboeder, an welche Flächen senkrecht und parallel zur Hauptachse angeschliffen sind; einen Kalkspathwürfel, von dessen Flächen zwei senkrecht und vier parallel zur Hauptachse sind; Platten von Kalkspath senkrecht zur Hauptachse; Nicol'sche und Prazmowski'sche Prismen; achromatisirte Kalkspathprismen; gleichseitige Kalkspathprismen, deren Kanten der Hauptachse parallel sind. Bei einem der Nicol'schen Prismen beträgt jede Seite der rhombischen Endflächen 55 mm.

Von Quarzpräparaten sind zu nennen: ein Würfel, von dessen Flächen zwei senkrecht und vier parallel zur Richtung der Hauptachse sind; Platten senkrecht zur Hauptachse aus rechtsdrehendem und solche aus linksdrehendem Quarz von 3,75 mm Dicke; Soleil'sche Doppelplatten; eine Sammellinse von 40 mm Durchmesser; Rochon'sche Prismen, wie sie von Schmidt und Haensch für das nach Glans' Angaben konstruirte Spektrophotometer verwendet werden; gleichseitige Prismen, deren Kanten parallel und solche, deren Kanten senkrecht zur Hauptachse gehen. Bemerkenswerth ist eine senkrecht zur Hauptachse aus einem natürlichen Zwilling von rechts- und linksdrehendem Quarz geschnittene Platte, welche im parallelen, polarisirten Lichte erkennen lässt, dass die Zwillingsgrenze vollkommen eben und durch die ganze Platte hindurch parallel zur Hauptachse verläuft. Die Seitenlänge der quadratischen Platte beträgt 16 mm.

E. Schleifen und Poliren von Platten.

Fuess hatte eine Vorrichtung zum Schleifen und Poliren planparalleler Platten ausgestellt (Fig. 181). An der zylindrischen Hülse h sitzen drei Arme a_1, a_2, a_3, welche zur Aufnahme der, an ihrem unteren Ende glasharten Stahlschrauben s_1, s_2, s_3 dienen. In der Hülse h kann der Zylinder c, der mit dem Stifte t in einem Ausschnitte der Hülse h gleitet und der an seiner Unterseite das zu schleifende Objekt p trägt, auf und nieder bewegt werden. Die Stahlschrauben werden mit Hülfe des an seiner abgeschrägten Fläche mit einer Theilung versehenen Keiles k so eingestellt, dass ihre unteren Begrenzungsflächen in einer zur Unterseite des Zylinders c parallelen Ebene liegen. Der Apparat wird mit der Hand auf einer ebenen Platte q von Glas, Eisen, Kupfer oder dgl. so geführt, dass durch einen leichten, auf den Zylinder c auszuübenden Druck das Objekt in Berührung mit der Schleifplatte q erhalten wird. Ist eine

ebene Schlifffläche hergestellt, so kann eine zweite, zur ersten parallele Ebene erzeugt werden, nachdem das Objekt mit der ersten Schliffebene auf die Unterseite des Zylinders *c* gelegt und wie vordem mit Kanadabalsam oder einer Mischung von Wachs und Kolophonium befestigt worden ist[1]).

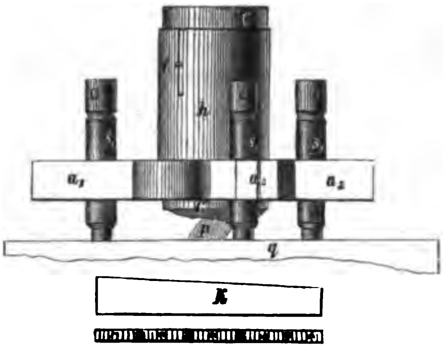


Fig. 181 (¼ natürl. Gr.).

F. Mikroskope.

Erst in neuester Zeit ist es gelungen Mikroskope herzustellen, welche den besonderen, bei krystallographischen und petrographischen Untersuchungen hervortretenden Anforderungen genügen. Seitdem die Methoden zur Untersuchung planparalleler Krystallplatten im parallelen polarisirten Lichte namentlich durch H. Rosenbusch[2]) mit Erfolg auf das mikroskopische Studium von Dünnschliffen übertragen worden sind, muss ein für krystallographische und petrographische Zwecke bestimmtes Mikroskop ausser den Vorrichtungen zum Messen von Kantenwinkeln, Längen und Dicken diejenigen Einrichtungen besitzen, welche für stauroskopische Messungen und für Bestimmungen der farbigen Absorption sowie des Winkels der optischen Achsen zweiachsiger Krystalle erforderlich sind.

Unter den von Fuess ausgestellten Instrumenten waren auch die den deutschen Petrographen wohlbekannten Mikroskope vertreten, welche zwar in erster Linie krystallographischen Bestimmungen dienen, aber auch zu allen anderen mikroskopischen Untersuchungen verwendet werden können, bei denen es auf genaue Messungen ankommt. Da die ausgestellten Mikroskope

---

[1]) Dieser Schleifapparat ist schon von W. Kohlrausch, Wiedemann's Annalen der Physik Bd. VI, 91—92, 1879 kurz beschrieben worden.

[2]) Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien. 1873.

einige bemerkenswerthe neue Einrichtungen zeigen, so ist eine kurze Besprechung derselben an dieser Stelle nicht zu umgehen[1]).

Das eine dieser Mikroskope entspricht im wesentlichen dem von Rosenbusch[2]) beschriebenen Instrumente (Fig. 182). Der an seinem Umfange in ganze Grade getheilte Objekttisch *T* ist drehbar und auf seiner oberen Seite mit einem Wright'schen, aus zwei zu einander senkrechten Skalen bestehenden Indikator versehen. Der Tubus *b* wird auf den Objekttisch zentrirt mit Hülfe der Schrauben *m* und *n n* (vergl. Schnitt nach *M N* in der Detailzeichnung). Die grobe Einstellung des Tubus erfolgt durch vertikale Verschiebung desselben in der mit dem Stativ des Mikroskopes fest verbundenen Hülse *p*. Die Verschiebung wird mit der Hand durch Heben oder Niederdrücken an dem Rande *f* des Tubus bewirkt. Die feine Einstellung geschieht mit Hülfe einer Mikrometerschraube von 0,5 mm Ganghöhe. Der Umfang der Scheibe *g* dieser Schraube ist in 500 gleiche Theile getheilt. Daher können bei Dickenmessungen 0,001 mm Verschiebung direkt abgelesen werden. Diese Einrichtung der Mikrometerschraube dient bekanntlich zur Messung der Dicke von durchsichtigen Platten und zur Bestimmung ihrer Brechungsindices nach der Methode des Herzogs von Chaulnes (1767). In neuester Zeit haben Sorby und Stokes diese Methode auf die Ermittelung der Brechungsindices doppeltbrechender Platten ausgedehnt[3]).

Die Huyghens'schen Okulare sind mit der zuerst von Amici konstruirten Vorrichtung versehen, der zufolge das in eine besondere Hülse gefasste Okularglas, in der das Kolletivglas und das Fadenkreuz umschliessenden Hülse verschiebbar ist. Eine in einen Schlitz der Kollektivglashülse passende Schraube *a* der Okularglashülse *A*, deren äussere Ansicht oben links besonders gegeben wird, dient als Führung bei der Verschiebung der letzteren Hülse. Gleichzeitig wird mit Hülfe dieser Schraube *a* die Lage des Fadenkreuzes fixirt. Wird nämlich ein Okular derart in den Tubus *b* eingesetzt, dass die Schraube desselben in einen Schlitz dieses Tubus fällt, so sind die Fäden des Fadenkreuzes parallel und senkrecht zu der durch den Noniusnullstrich am Objekttisch und die optische Achse des Instrumentes gelegten Ebene gerichtet. Das schärfste (Nr. 3) der Okulare ist mit einem Okularmikrometer versehen. Als Polarisator und Analysator dienen Prazmowskische Kalkspathprismen *r* und *s*. Die Hülsen dieser Prismen sind an ihrem Umfange mit Kreistheilungen versehen. Sind die Nullstriche der Theilungen auf die zugehörigen festen Indices eingestellt, so ist der Hauptschnitt des Polarisators von hinten nach vorn, der des Analysators von rechts nach links gerichtet. Die Haupt-

[1]) Vgl. den Bericht des Herrn Fritsch, S. 282 f.

[2]) Ein neues Mikroskop für mineralogische und petrographische Untersuchungen. Jahrb. für Mineralogie. 1876.

[3]) Zeitschr. für Krystallographie, Bd III, 309.

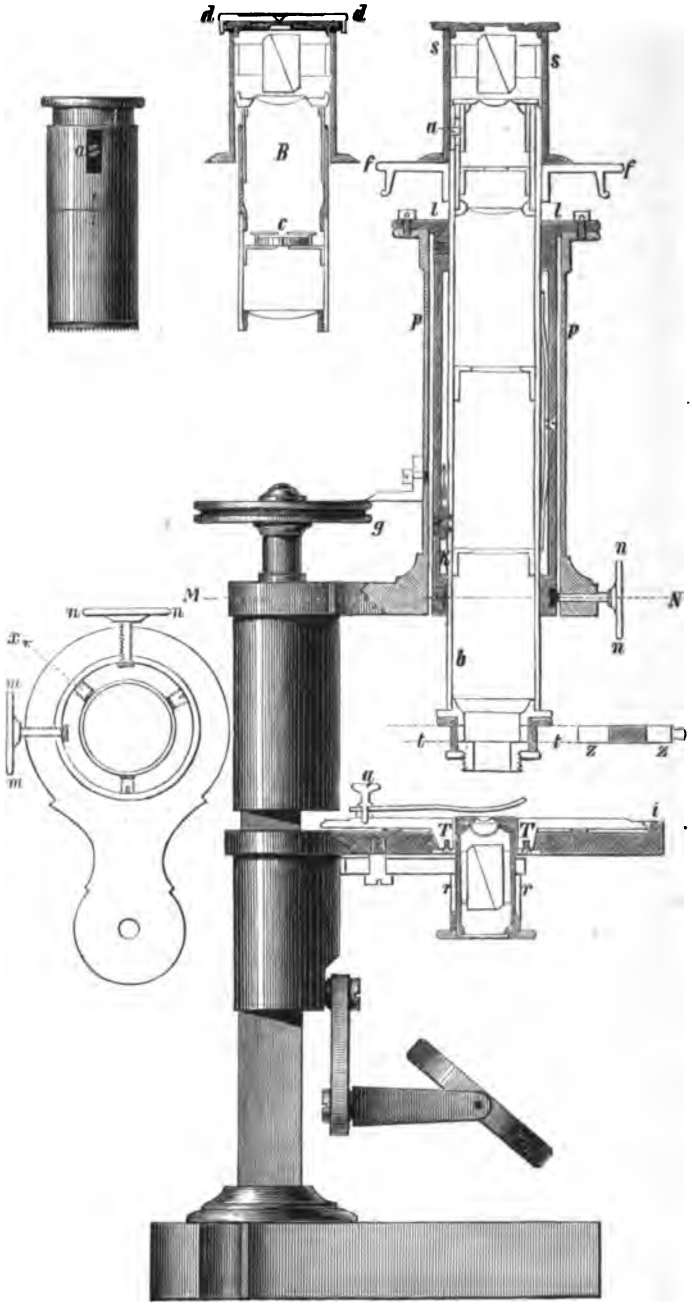


Fig. 182 (1/2 natürl. Gr.).

schnitte der beiden Prismen sind in diesem Falle also parallel zu den Fäden des Okularfadenkreuzes. Durch Einführung des in der Detailzeichnung abgebildeten Okulares *B*, welches eine Calderon'sche Kalkspathdoppelplatte *c* enthält, wird das Mikroskop in ein Mikrostauroskop, umgewandelt[1]). Fällt die Schraube *a* dieses Okulares in den Schlitz des Tubus *b*, so läuft die Zusammensetzungsebene der Doppelplatte *c* dem von vorn nach hinten gerichteten Faden des Okularfadenkreuzes parallel. Damit der Beobachter genau in der Richtung der Achse des Instrumentes, also parallel zur Zusammensetzungsebene, auf die Platte blicke, ist das dem Polarisator aufzusetzende Diaphragma *d* dem Instrument beigegeben. Das Gesichtsfeld wird begrenzt durch ein Diaphragma bei *c*. Dieses Okular gestattet genauere mikrostauroskopische Messungen als die bisherigen auf der Anwendung der Kobell'schen Kalkspathplatte beruhenden Einrichtungen.

Zur Beobachtung im annähernd homogenen Lichte und zur Erkennung schwach doppeltbrechender Substanzen dient eine Biot'sche Quarzplatte *z* von 3,75 mm Dicke, welche in das untere Ende des Tubus *b* eingeschoben werden kann. Eine solche Platte dreht bekanntlich die Polarisationsebene des mittleren gelben Lichtes um 90° und zeigt daher, wenn die Hauptschnitte von Polarisator und Analysator einander parallel sind, die empfindliche Färbung.

Abweichende Konstruktionen zeigen die beiden anderen von Fuess ausgestellten Mikroskope, die Abbildung des grösseren derselben zeigt Fig. 183[2]). Die eine der wesentlichen Abweichungen ist dadurch bedingt, dass die Objektive zu einem Revolversystem *a* vereinigt wurden. Der Tubus *b* kann jetzt nicht mehr auf den Objekttisch *c*, sondern dieser muss auf den Tubus zentrirt werden. Zu diesem Zwecke sind unter dem Tische zwei senkrecht zu einander stehende Schlitten angebracht worden. (Fig. 184). Der obere Schlitten, welcher mit Hülfe der Mikrometerschraube *n* von vorn nach hinten verschoben werden kann, trägt den Objekttisch; der untere, vermittels der Mikrometerschraube *m* von rechts nach links verschiebbare Schlitten dient gleichzeitig als Schraubenmikrometer. Die Schraube desselben besitzt 0,25 mm Ganghöhe. Ihre Trommel *p* ist in 125 Theile getheilt, so dass sie 0,002 mm Verschiebung direkt angiebt. Die Trommel gleitet an einem Index *i*, der die ganzen Umgänge der Mikrometerschraube zählt.

Eine zweite Veränderung in der Konstruktion des Mikroskopes betrifft die Vorrichtung zur groben Einstellung, welche hier durch eine Bewegung des Objekttisches herbeigeführt wird. Der auf dem Stahlprisma des In-

---

[1]) Nach P. Hartwig, Das Mikroskop. 2. Aufl. 1866. Bd. III., S. 238, wurde das Mikroskop zuerst von Highley als Stauroskop benutzt. Quart. Journ. of the Microsc. soc. July 1856. vol. IV. Nr. XVI., 280.

[2]) Vergl. S. 286 f.

strumentes gleitende Schieber *d*, der den Objekttisch trägt, ist nahe an dem Fuss des Prismas mit einer groben Einstellung durch Zahnstange und



Fig. 183 (1/3 natürl. Gr.).

Trieb *e* versehen. Die Triebstange ist nur mit einer Schraube *f* an dem Schieber befestigt.

Jedem der Mikroskope sind die Bertrand'schen Linsen zur Beobachtung von Interferenzerscheinungen im konvergenten Lichte beigegeben. Zwei von diesen Linsen, von 12,8 mm Brennweite, befinden sich über dem

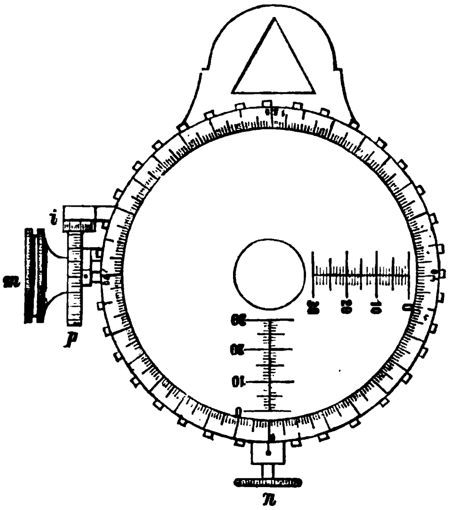


Fig. 184 (1/2 natürl. Gr.).

Polarisator und erzeugen stark konvergentes Licht, während die dritte Linse über dem Objektiv des Mikroskopes angebracht ist. Mit Hülfe dieser Vorrichtungen kann man die optischen Eigenschaften doppeltbrechender Krystalle, zu deren Untersuchung sonst das oben beschriebene Polarisationsinstrument erforderlich ist, unter dem Mikroskop beobachten[1]).

Wenn nach den vorliegenden Erfahrungen geurtheilt werden darf, so scheinen die von Fuess in der Einrichtung seiner Mikroskope neuerlichst getroffenen Abänderungen die Handhabung dieser Instrumente bei der Untersuchung von Dünnschliffen in hohem Grade zu erleichtern.

Fuess hat einen Apparat (Fig. 185) konstruirt, mit Hülfe dessen Dünnschliffe bei erhöhter Temperatur untersucht werden können. Der Durchschnitt[2]) stellt den Apparat auf dem Objekttisch T eines Mikroskopes ruhend dar. Ein Blechkasten K, durch den in der Richtung der Pfeile

---

[1]) Vergl. E. Bertrand. Compt. rend. T. 85, S. 1175 — 1178, 17. Dec. 1877; Bull. de la soc. min. de France, S. 22—28, Mai 1878 et S. 96—97, Nov. 1878; Zeitschr. für Krystallogr. III, 644. A. von Lasaulx Jahrb. für Mineralogie 1878, 377. Zeitschr. für Krystallogr. II, 265; III, 661. C. Klein, Nachr. der Kgl. Ges. d. Wiss. in Göttingen 1878 No. 14 S. 461. H. Laspeyres. Zeitschr. für Krystallogr. IV, 441, 460.

[2]) Vergl. S. 306.

ein durch die Lampe L erwärmter Luftstrom streichen kann, ist durch eine Schicht von Hartgummi h von dem Tische T isolirt. Auf dem Blechkasten befindet sich eine Scheibe s, in welche der ringförmige Behälter

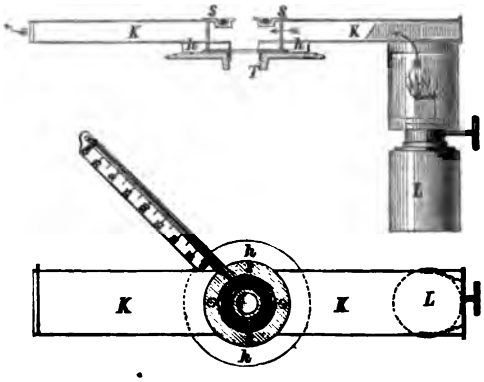


Fig. 185 (1/5 natürl. Gr.).

eines Quecksilberthermometers eingelassen ist. Die Skale des Thermometers wird von einer schienenartigen Fortsetzung der Scheibe s getragen. Unmittelbar auf dem Quecksilberringe ruht das zu untersuchende Präparat. Ein und derselbe Luftstrom erwärmt gleichzeitig Quecksilber und Präparat[1]).

G. Dünnschliffe.

Fuess hatte eine ansehnliche Zahl von trefflichen Mineral- und Gesteinsdünnschliffen von 3 bis 4 qcm Oberfläche ausgestellt. Durch ihre ungewöhnliche Grösse bemerkenswerth war eine dünne, annähernd kreisrunde, von Chalcedon umrindete Quarzplatte von 15 cm Durchmesser.

[1]) Th. Erhard und A. Stelzner haben mit diesem Erhitzungsapparat Beobachtungen angestellt und veröffentlicht; vergl. Beitrag zur Kenntniss der Flüssigkeitseinschlüsse im Topas, Mineralog. und petrogr. Mitth., herausg. von Tschermak, Neue Folge, Bd. I, 450, 1878.

Die Polarisationsapparate.

BERICHTERSTATTER:

Geh. Regierungsrath Dr. H. Landolt, Prof. am landwirthschaftlichen Institut zu Berlin.

Die optische Werkstätte von Fr. Schmidt & Haensch hatte 10 verschiedene Instrumente ausgestellt, welche zu dem Zwecke dienen, entweder das Drehungsvermögen aktiver Substanzen zu messen oder aus der Stärke der Drehung den Konzentrationsgrad gewisser Lösungen, wie von Rohrzucker oder Traubenzucker, zu ermitteln. Die Einrichtung solcher Polarisationsapparate im allgemeinen sowie deren Theorie muss als bekannt vorausgesetzt werden[1]; es handelt sich hier vorzugsweise nur darum, die Eigenthümlichkeiten der von der genannten Firma gelieferten Instrumente hervorzuheben. Von den verschiedenen Konstruktionen waren folgende vorhanden:

1. Mitscherlich'scher Polarisationsapparat. Derselbe besteht blos aus einem polarisirenden und einem drehbaren analysirenden Nicol, welche in Messinghülsen an den Enden einer Holzschiene angebracht sind und Flüssigkeitsröhren von 200 mm Länge zwischen sich einlegen lassen. Die mit der Analysatorhülse verbundene Alhidade trägt einen einfachen Indexstrich, und der Theilkreis ist in ganze Grade getheilt; es können also noch Zehntel der letzteren geschätzt werden, was bei der geringen Empfindlichkeit dieses Systems hinreicht. In der das polarisirende Prisma enthaltenden Hülse ist noch eine kleine Konvexlinse von ungefähr 40 mm Brennweite angebracht. Bei dieser Einrichtung erscheint, wenn die Nicols in gekreuzter Stellung (Null-Lage) sich befinden, nicht das ganze Gesichtsfeld gleichmässig dunkel, sondern man beobachtet ein umgekehrtes kleines Bild der Beleuchtungsflamme, in dessen Mitte ein schwarzer Streifen

---

[1] Eine nähere Beschreibung fast aller dieser Instrumente findet sich in dem Werke: Das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen und die praktischen Anwendungen desselben. Von Dr. H. Landolt. Braunschweig. Vieweg. 1879.

auftritt. Benutzt man homogenes Natriumlicht, so wird nach Einschaltung der aktiven Flüssigkeit der Analysator so lange gedreht, bis der schwarze Streifen wieder in die Mitte des Gesichtsfeldes zu liegen kommt. Bei Anwendung von weissem Licht tritt derselbe aber nur in dem Falle wieder auf, wo es sich um schwach drehende Flüssigkeiten handelt. Besitzen dieselben stärkere Drehung und Dispersion, so erscheinen eine Reihe aufeinanderfolgender Farbentöne; es wird zur Einstellung bekanntlich die sogenannte Uebergangsfarbe benutzt, welche schon bei einer schwachen Hin- und Herbewegung des Analysators entweder in blau oder roth übergeht.

2. Polarisationsapparat nach Robiquet, welcher sich von dem vorhergehenden nur dadurch unterscheidet, dass behufs empfindlicherer Einstellung eine Soleil'sche Doppelplatte[1]), bestehend aus zwei 3,75 mm dicken Hälften von rechts- und linksdrehendem Bergkrystall, hinter dem polarisirenden Nicol, d. h. nach der Seite der Flüssigkeitsröhre zu, angebracht ist. Indem man weisses Tages- oder Lampenlicht zur Beleuchtung verwendet, erscheint bei paralleler Lage der Polarisationsebenen beider Nicols das Gesichtsfeld gleichmässig purpurviolet, welcher Punkt zur Einstellung benutzt wird; eine kleine Drehung des Analysators bewirkt aber Ungleichfarbigkeit der beiden Quarzhälften in Roth und Blau.

Der ausgestellte Apparat war für Röhren von 200 mm Länge eingerichtet. Ein Fernrohr enthielt derselbe nicht, der Doppelquarz befand sich in der natürlichen Sehweite.

3. Saccharimeter nach Soleil-Ventzke-Scheibler. Die Form in welcher Schmidt & Haensch diese Saccharimeter ausführen, hat gegen diejenige der französischen Instrumente, wie sie namentlich aus der Werkstätte von J. Duboscq in Paris hervorgehen, erhebliche Vorzüge und zwar sowohl in den optischen wie mechanischen Theilen.

Die Einrichtung des Apparates ergiebt sich aus Fig. 186, welche die äussere Konstruktion und darunter die optischen Theile zeigt.

Es bedeutet:

a das Nicol und *b* die Quarzplatte des Farbenerzeugers bezw. Farbenkompensators[2]). Dieselben sind in der der Lampe zugekehrten Hülse *A* enthalten, welche sich durch die Triebstange *B* drehen lässt. Bei den Duboscq'schen Apparaten befindet sich der Farbenerzeuger im Okulartheil, was weniger zweckmässig ist.

c die Konvexlinse und *d* das polarisirende Nicol. Diese beiden Theile sind bei den französischen Instrumenten durch ein auf der vorderen Fläche konvex geschliffenes Quarzdoppelprisma ersetzt.

e die Soleil'sche Quarzdoppelplatte von 3,75 mm Dicke.

---

[1]) Die Quarzdoppelplatte ist zuerst von Soleil 1845 konstruirt worden (siehe Comptes rendus 20, 1805) und nicht von Robiquet, wie bisweilen angenommen wird.

[2]). Von Soleil 1847 konstruirt. Compt. rend. 24, 973.

Auf der andern Seite der Flüssigkeitsröhre findet sich zunächst der Drehungskompensator[1]), bestehend aus einer rechtsdrehenden Quarzplatte *f* und zwei linksdrehenden Quarzkeilen, von welchen der längere *g* verschiebbar ist, der kleinere *h* fest sitzt. Bei den Pariser sowie auch den

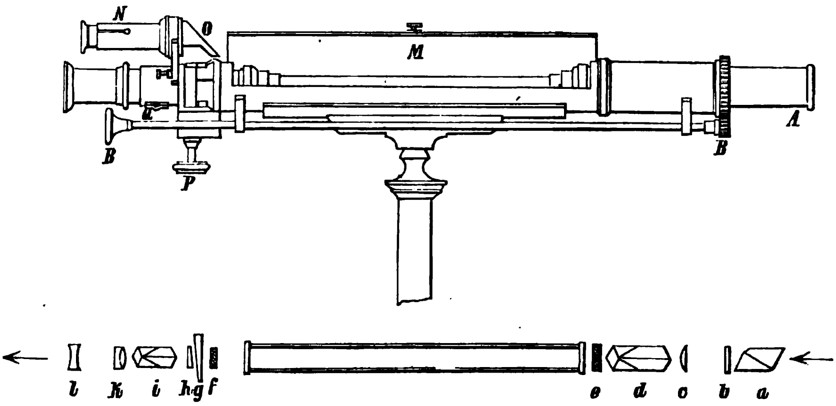


Fig. 186.

älteren deutschen Instrumenten sind gemäss der ursprünglichen Konstruktion Soleil's beide Quarzkeile gegen einander beweglich, die vorliegende von Scheibler[2]) angegebene Anordnung ist aber weit zweckmässiger. Sie gestattet eine viel sicherere Führung des einen Keils, es verschiebt sich dieser gegen den festen immer in genau gleicher Weise und etwaige Fehler desselben werden daher stets an der nämlichen Stelle der Skale auftreten.

Nach dem Kompensator folgt das analysirende Nicol *i*, dessen Hauptschnitt parallel zu demjenigen des Polarisators *d* stehen muss, endlich das Objektiv *k* und das Okular *l* eines kleinen Fernrohrs.

Bezüglich der mechanischen Konstruktion ist an dem Instrumente folgendes hervorzuheben: Das mittlere Stück desselben bildet eine Metallröhre, deren obere Hälfte sich zum Theil als Deckel *M* aufklappen lässt, um die gläsernen Flüssigkeitsröhren einzulegen und vor Seitenlicht abzuschliessen. Diese Rohrkonstruktion macht es möglich, die Zentrirung und rechtwinklige Einlegung der einzelnen Quarzplatten genauer herzustellen, als dies bei den Instrumenten der Fall ist, welche eine Metallschiene als Träger für die optischen Theile besitzen. Eine sehr sorgfältige Bearbeitung zeigt der Mechanismus zur Verschiebung des Quarzkeils; der letztere ist in einen mit Schwalbenschwanzleitung versehenen Messingrahmen gefasst, wel-

[1]) Zuerst von Soleil 1845 angewandt. Compt. rend. 21, 426.

[2]) Zeitschrift des Vereins für Rübenzucker-Industrie, 20, 609.

cher unten gezahnt ist und durch den Trieb P bewegt wird. Die auf eine Elfenbeinplatte aufgetragene Skale ist mit dem beweglichen Quarzkeil verbunden, während der feste einen Nonius besitzt, welcher Zehnteltheilstriche zu bestimmen gestattet. Die Ablesung geschieht mit Hülfe einer Lupe, die in dem am Ende mit schrägem Spiegel O versehenen Messingrohr N sich befindet. Um den Nullpunkt der Skale mit dem optischen Nullpunkt genau in Uebereinstimmung zu bringen, ist die Einrichtung angebracht, dass sich der auf dem festen Quarzkeil befindliche Nonius durch eine Mikrometerschraube verschieben lässt. Eine zweite an der Okularröhre vorhandene Mikrometerschraube Q gestattet das analysirende Nicol etwas um seine Achse zu drehen, damit demselben bei der Justirung des Instrumentes genau die richtige Stellung in Bezug auf den Polarisator gegeben werden kann. An den französischen Apparaten fehlt diese letztere Einrichtung ganz.

Die Skale des Saccharimeters ist die sogenannte Ventzke'sche, deren 100-Punkt bekanntlich durch eine Zuckerlösung vom spezifischen Gewicht 1,1 oder dem Gehalte von 26,048 g in 100 ccm bei der Beobachtung im Rohr von 200 mm Länge erreicht werden soll. Die Werkstätte besitzt ein Normalinstrument, dessen Theilung mit Hülfe einer Anzahl reiner Zuckerlösungen verschiedenen Gehaltes bestimmt wurde. Sodann sind 10 Quarzplatten von ungleicher Dicke hergestellt worden, deren Drehungswerth man an jenem Apparate genau gemessen hat, und diese dienen nun zur Feststellung von fixen Punkten der Skalen neuer Saccharimeter, bezw. um den Keil auf seiner ganzen Länge zu prüfen. Solche Quarzplatten von irgend einem bekannten, z. B. dem 100-Punkt nahe liegenden Drehungswerth, werden von Schmidt & Haensch auch käuflich angefertigt; sie sind in Messingröhren gefasst, welche sich in den Apparat einlegen lassen.

Durch die sorgfältige Ausführung aller optischen und mechanischen Theile sind die Schmidt & Haensch'schen Saccharimeter zu der Vollkommenheit gelangt, dass die Skale auf ihrer ganzen Länge keine 0,2 Theilstriche überragende Fehler zeigt. Bei Soleil'schen Apparaten anderer Konstruktion sind Unrichtigkeiten bis zu 1,5 Graden kein seltenes Vorkommniss.

Auf der Ausstellung befanden sich zwei Instrumente, von welchen das eine für Röhren von 200 mm, das andere für solche von 400 mm Länge eingerichtet war. Letzteres zeichnete sich durch ein kräftiges und gut gebautes Stativ aus.

4. Hoppe-Seyler'sches Instrument zur Bestimmung von Traubenzucker. Die optische und mechanische Konstruktion desselben stimmt ganz mit derjenigen des vorhergehenden Saccharimeters überein, nur die Skale ist verschieden, und zwar giebt diese die Anzahl Gramme Traubenzucker in 100 ccm Flüssigkeit an, wenn die Beobachtung in einem Rohre von 100 mm Länge vorgenommen wird.

Die Bestimmung der Skale basirt auf der Angabe von Wild[1]), dass die durch eine gleich starke Drehung angezeigten Quantitäten von Rohrzucker und Traubenzucker sich wie 1408 : 1855 (weisses Licht) verhalten.

5. Polaristrobometer nach Wild (grosses Modell). Das ausgestellte Instrument zeigte ganz die von Wild angegebene Konstruktion. Dieselbe ist in Fig. 187 dargestellt.

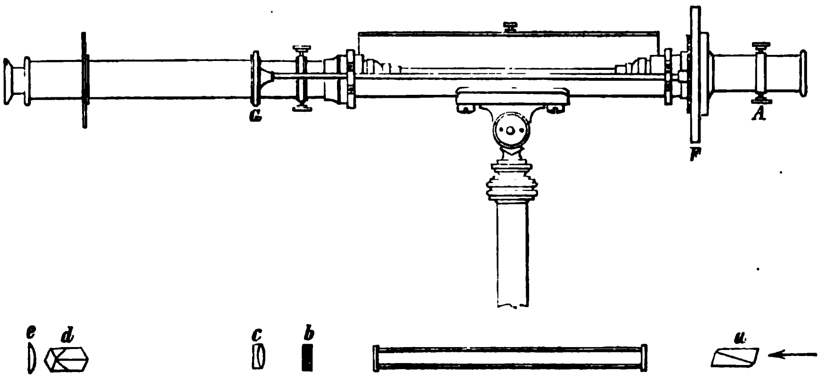


Fig. 187.

Es bezeichnet

a das polarisirende Nicol. Die dasselbe enthaltende Hülse *A*, welche zugleich den Theilkreis *F* trägt, ist mittels der Triebstange *G* drehbar. Die Theilung befindet sich auf der vorderen Seite des Kreises und wird durch ein in der Zeichnung nicht sichtbares Fernrohr abgelesen, dessen Okular sich neben demjenigen des Polarisationsapparates befindet. Das bis nahe an den Kreis heranreichende Ende des Fernrohrs trägt einen schräg eingesetzten und mit zentraler Oeffnung versehenen Metallspiegel, durch welchen Licht von einer seitlich aufgestellten kleinen Gasflamme auf die Theilung reflektirt wird.

b ein Savart'sches Polariskop, bestehend aus zwei zusammengekitteten Kalkspathplatten von je 3 mm Dicke, welche unter 45° zur optischen Achse geschnitten und so aufeinander gelegt sind, dass ihre Hauptschnitte sich rechtwinklig kreuzen.

c und *e* die Objektiv- und die Okularlinse eines schwach vergrössernden Fernrohres. Zwischen denselben befindet sich eine Blende, auf welcher ein Xförmiges Fadenkreuz angebracht ist.

d ein Nicol'sches Prisma, welches nach der ursprünglichen Angabe

[1]) Wild, Polaristrobometer. Bern 1865. S. 61 u. 65.

Wild's so gestellt sein soll, dass sein Hauptschnitt mit den rechtwinklig gekreuzten Hauptschnitten der beiden Kalkspathplatten des Polariskops Winkel von 45° bildet.

Lässt man in den Apparat homogenes Natriumlicht eintreten, so erscheint das runde Gesichtsfeld von einer Anzahl paralleler schwarzer Interferenzstreifen durchzogen, welche durch das Polariskop erzeugt werden und ihre Intensität verändern, wenn mittels des Knopfes *G* der Theilkreis mit dem Nicol *a* gedreht wird. Im Falle das Nicol *d* die oben bemerkte Orientirung besitzt, ergeben sich bei einer ganzen Drehung des Kreises in Abständen von 90° Lagen, in welchen eine helle streifenfreie Partie das Gesichtsfeld durchzieht, und man kann diese so auf das Fadenkreuz einstellen, dass rechts und links von dem letztern noch gleiche Reste der Fransen sichtbar bleiben. Das Erlöschen der Interferenzstreifen entspricht solchen Stellungen des drehbaren Nicols, in welchen sein Hauptschnitt mit demjenigen der ersten Kalkspathplatte des Polariskops entweder zusammenfällt oder sich rechtwinklig kreuzt, während bei einer Neigung unter 45° die grösste Intensität der Fransen auftritt. Schaltet man nach dem Einstellen auf die Null-Lage eine mit aktiver Flüssigkeit gefüllte Röhre in den Apparat ein, so erscheinen die Streifen wieder, und indem man sie durch Drehen des Nicols zum Verschwinden bringt, ergiebt sich der gesuchte Rotationswinkel. Diese Messung kann in allen vier Quadranten ausgeführt werden; nimmt man das Mittel, so lassen sich die Fehler des Apparates ausgleichen.

Bei der obigen Anordnung zeigt sich indessen der Uebelstand, dass die helle streifenfreie Partie oft sehr breit ist und demnach zu geringe Reste der Interferenzfransen sichtbar sind, um eine genaue Einstellung derselben auf das Fadenkreuz zu ermöglichen. Giebt man nun aber dem Nicol *d* nicht genau die oben bezeichnete Stellung, sondern verschiebt dasselbe um einen kleinen Winkel (2 bis 4°), so wird in zwei gegenüberliegenden Quadranten die Beobachtungserscheinung viel deutlicher, d. h. die fransenfreie helle Stelle schmäler, während sie in den zwei anderen Quadranten ganz unbrauchbar sich gestaltet. Man kann daher nunmehr bloss zwei Einstellungen vornehmen, allein diese mit erheblich grösserer Sicherheit. Die Apparate von Schmidt & Haensch sind auf diese letztere Art, welche zuerst von Tollens[1]) angewandt wurde, eingerichtet. Der eine Quadrant enthält eine Kreistheilung, der entgegengesetzte eine empirische Zuckerskale; gut würde es sein, beide Theilungen gleichzeitig anzubringen, damit man wenigstens den Drehungswinkel zweimal bestimmen und das Mittel nehmen kann.

Bezüglich der mechanischen Einrichtung ist noch zu bemerken, dass sich der ganze Okulartheil, welcher das Polariskop, die Fernrohrlinsen und

---

[1]) Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch. 11. 1803.

das Nicol *d* enthält, drehen und mittels Fixirungsschrauben festhalten lässt, um die genaue Einstellung auf den Nullpunkt der Skalen zu erreichen. Die Flüssigkeitsröhren lassen sich wie bei dem Saccharimeter (Fig. 186, S. 359) in eine runde Rinne einlegen, welche mit einem Deckel verschliessbar ist.

6. Laurent'scher Halbschattenapparat mit Kreistheilung. Dieses Instrument war in zwei verschiedenen Modellen vorhanden, von welchen das grössere in Fig. 188 dargestellt ist.

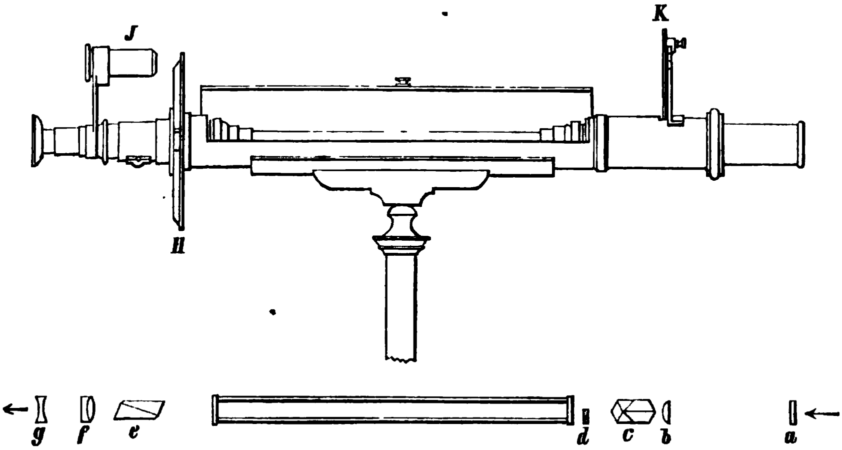


Fig. 188.

Es bedeutet:

a eine dünne, aus einem klaren Krystall von Kaliumbichromat geschliffene Platte, zur Befreiung des gelben Natriumlichtes von beigemengten grünen und blauen Strahlen dienend. Dieselbe ist zwischen zwei Glasplatten eingeschlossen;

b eine Konvexlinse;

c ein polarisirendes Nicol;

d eine parallel zur Achse geschliffene Quarzplatte, welche auf einem kreisförmigen Diaphragma so befestigt ist, dass sie die Hälfte der Oeffnung bedeckt. Die Dicke der Platte muss in der Weise gewählt sein, dass die polarisirten gelben Strahlen bei ihrem Durchtritt einen Gangunterschied von einer halben Wellenlänge erleiden. Die hierfür nöthige minimale Dicke wäre 0,033 mm, da solche Platten aber für die Benutzung zu schwach sind, so wird ein beliebiger Multiplikationswerth dieser Zahl innerhalb eines halben Millimeters genommen. Die Prüfung der Platte erfolgt so, dass, wenn die Polarisationsebene mit derjenigen des Analysators einen

Winkel von 45° macht, die Quarzplatte bei Anwendung von homogenem Natriumlicht dunkel erscheinen muss;

e ein drehbares analysirendes Nicol;

f und *g* Fernrohrlinsen.

Die äussere Form des Instrumentes ergiebt sich aus der Abbildung. Der Theilkreis *H* erlaubt an zwei Nonien mittels der drehbaren Lupe *I* eine Ablesung von 1 Minute. Behufs Bewegung des Analysators ist die Fassung desselben mit einem Hebel verbunden, welcher am Ende einen kleinen, mit Knopf versehenen Trieb trägt; der letztere greift in den gezahnten Rand der Kreisscheibe ein. Endlich lässt sich das polarisirende Nicol mittels des damit verbundenen Hebels *K* um eine gewisse an einem Gradbogen ablesbare Grösse drehen, wodurch die Intensität der Beschattung verändert werden kann.

Die Wirkungsweise der obigen Theile, speziell der Quarzplatte *d*, welche dem Apparate seine Empfindlichkeit giebt, findet sich schon mehrfach beschrieben[1]) und darf daher als bekannt vorausgesetzt werden. Zur Benutzung des Instrumentes ist Natriumlicht nothwendig. Das Fernrohr wird auf das die Quarzplatte *d* tragende runde Diaphragma eingestellt, welches durch den vertikalen Rand der Platte in zwei Halbkreise getheilt erscheint. Der Beobachtungspunkt ist diejenige Lage des Analysators, bei der die beiden Hälften des Gesichtsfeldes einen gleichen Grad von Beschattung zeigen; eine kleine Drehung lässt den einen Halbkreis dunkler werden als den andern.

Eine Prüfung dieser Apparate, welche eine grosse Schärfe der Beobachtung gewähren, liess namentlich in Bezug auf den optischen Theil nichts zu wünschen übrig. Wiederholte Einstellnngen wichen nur um einige Minuten von einander ab.

Noch ist beizufügen, dass die für das Einlegen der Flüssigkeitsröhren dienende Rinne nicht nur bei diesem Apparate, sondern auch bei den anderen eine solche Weite hat, dass sie gestattet Röhren aufzunehmen, welche mit einem 3 cm weiten Metallmantel umgeben sind. Der letztere ist mit 2 Ansatzöffnungen für Zu- und Ableitung von Wasser versehen, eine dritte Oeffnung dient zum Einführen eines Thermometers. Indem man durch den Zwischenraum Wasser fliessen lässt, kann der aktiven Flüssigkeit eine konstante Temperatur mitgetheilt werden. Diese Mantelröhren sind bei allen genauen Versuchen anzuwenden, indem das Drehungsvermögen vieler Substanzen in erheblichem Grade von der Temperatur abhängig ist. Nicht der Fall ist dies aber bei den Rohrzuckerlösungen, man kann daher bei den Saccharimetern gewöhnliche einfache Röhren benutzen.

[1]) Z. B. in Dinglers polyt. Journ. 223, 608. — Fresenius, Zeitschr. für analyt. Chemie 1878, 190. — Zeitschr. des Vereins für Rübenzucker-Industrie d. deutschen Reichs. 1877, 408. — Landolt, Optisches Drehungsvermögen. S. 113. — Müller-Pfaundler, Lehrb. d. Physik u. Meteorol. II. 1. 650.

Was das kleinere Laurent'sche Instrument betrifft, so wurde zu dessen Konstruktion der Mitscherlich'sche Apparat (S. 357) benutzt, an welchem blos die dünne Quarzplatte und ein Fernrohr anzubringen war. Die Ablesung geschieht an zwei Nonien, welche 6 Minuten oder Zehntel-Grade angeben. Diese kleinen Polaristrobometer sind für viele Zwecke, bei denen es sich nicht um besondere Genauigkeit handelt, vollkommen hinreichend und mit Rücksicht ihres billigen Preises sehr zu empfehlen.

7. Schmidt & Haensch'sches Halbschatten-Saccharimeter mit Keilkompensation und Anwendung von weissem Licht. Das Wild'sche Polaristrobometer sowie der Laurent'sche Halbschattenapparat haben die Unbequemlichkeit, dass als Lichtquelle durchaus eine Natriumflamme nöthig ist. Die Unterhaltung einer solchen bietet aber in der Zuckerindustrie, wo täglich eine grosse Zahl von Polarisationen auszuführen sind, bedeutende Hindernisse, und es ist hier nur die Benutzung von weissem Lampenlicht praktisch. Die Firma Schmidt & Haensch hat sich bemüht, das bekanntlich grosse Genauigkeit gewährende Halbschattensystem auch für die Anwendung von weissem Licht einzurichten, und, wie der ausgestellte Apparat dieser Art bewies, ist dieses Ziel vollständig erreicht worden.

Fig. 189 stellt eine äussere Ansicht, sowie die optischen Theile des neuen Instrumentes dar.

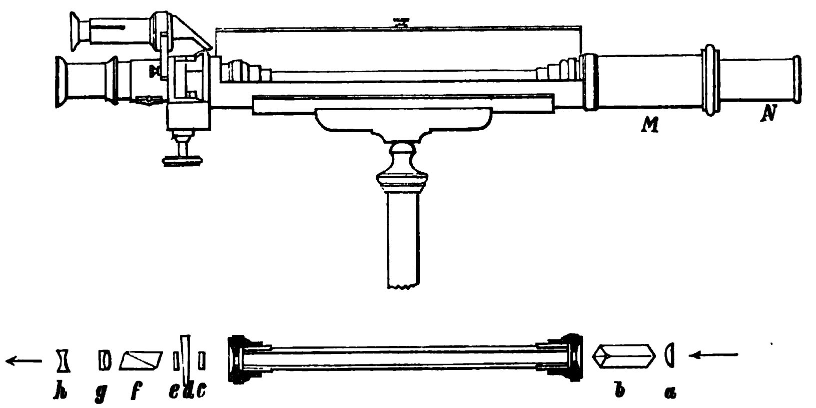


Fig. 189.

Das Licht dringt durch die Konvexlinse *a* in ein eigenthümlich konstruirtes Zwillingsnicol *b*. Beide Stücke liegen in der festen Fassung *M*, vor welche eine am Ende mit Diaphragma versehene Blendröhre *N* gesteckt ist. Auf der andern Seite der Flüssigkeitsröhre befindet sich ein mit dem-

jenigen des Okulartheils eines Soleil'schen Saccharimeters ganz übereinstimmendes optisches System, bestehend aus:

c, einer rechtsdrehenden Quarzplatte;

d und *e*, zwei linksdrehenden Quarzkeilen, von welchen *d* verschiebbar, *e* fest ist;

f, einem Nicol'schen Prisma;

g und *h*, Fernrohrlinsen.

Das die ganze Vorrichtung zum Halbschattenapparat gestaltende Zwillingsprisma *b* wird von Schmidt & Haensch auf folgende Weise konstruirt:

Von einem Nicol'schen Prisma, welches aus den beiden Hälften *a* und *b* (Fig. 190 I) besteht, wird die obere *a* weggenommen und mittels

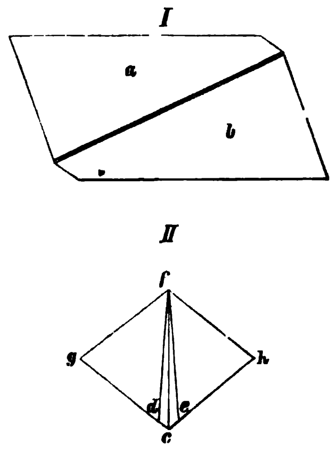


Fig. 190.

eines durch die kurze Diagonale *cf* (Fig. 190 II) der rhombischen Endfläche gehenden Schnittes der Länge nach in zwei Stücke getheilt. Von der Hälfte *cfg* entfernt man sodann durch Abschleifen den Theil *cfd* und von *cfh* das Stück *cfe*. Nachdem auf diese Weise ein dünner Keil *dfe* entnommen worden ist, werden die beiden Stücke *dfg* und *efh* zusammengekittet, die innere und äussere Fläche polirt und schliesslich mit dem halben Nicol I*b* unter Anwendung von Kanadabalsam zum Zwillingsprisma verbunden. In dem Apparat befestigt man dasselbe so, dass die unveränderte Nicolfläche dem eintretenden Lichte zugekehrt ist und am anderen Ende die Fuge des zerschnittenen Stückes senkrecht steht. Das Fernrohr des Apparates wird auf diese Trennungslinie eingestellt, welche das durch das runde Diaphragma gegebene Gesichtsfeld in zwei Hälften theilt.

Die Wirkungsweise dieses Zwillingsprismas besteht darin, dass, wenn Licht durch die Hälfte I *b* eindringt, die aus *a* tretenden Strahlen zwei aus einem kleinen Winkel (4 bis 5°) von einander abweichende Polarisationsebenen besitzen. Dasselbe funktionirt also auf dieselbe Weise, wie die von Jelett[1]) und Cornu[2]) angegebenen Prismen.

Ist nun das im Okulartheil des Apparates befindliche analysirende Nicol so gestellt, dass sein Hauptschnitt senkrecht zu demjenigen der unveränderten Nicolhälfte des Zwillingsprismas steht, so werden, wenn der Kompensator auf Null sich befindet, die beiden Hälften des Gesichtsfeldes einen gleichen Grad von beginnender Verdunkelung zeigen. Verschiebt man den Kompensator oder bringt eine aktive Füssigkeit in den Apparat, so erfolgt Drehung der beiden Polarisationsebenen, und da dieselben jetzt in eine unsymmetrische Lage zu der Polarisationsebene des Analysators kommen, tritt Aufhebung der gleichen Beschattung ein; der eine Halbkreis wird dunkler, der andere heller. Zugleich zeigen sich in Folge der Dispersion schwache Farben. Diese Erscheinungen verschwinden wieder, sowie mittels des Quarzkeils Kompensation der Drehung bewirkt wird.

Das Instrument ist mit einer Ventzke'schen Skale versehen und stimmt in der äussern Konstruktion fast ganz mit dem Soleil'schen Saccharimeter (S. 358) überein. Vor diesem hat es nach dem gleichlautenden Urtheile vieler Beobachter entschieden den Vorzug grösserer Genauigkeit. Ein geringer Wechsel in der gleichförmig grauen Beschattung ist für das Auge viel leichter zu schätzen, als der einer sehr schwachen verschiedenen Färbung, und so ergeben sich bei wiederholten Einstellungen entweder gar keine Differenzen in den Ablesungen oder nur solche von 0,1 Theilstrich. Beim Soleil'schen Apparat sind dagegen Abweichungen von 0,2 als gering zu bezeichnen, und es gehört schon eine längere Uebung dazu, um sie auf diesen Werth zu reduziren. Ein weiterer Vorzug des Halbschatteninstrumentes ist endlich, dass auch Farbenblinde dasselbe benutzen können.

In der vorliegenden Form ist das Saccharimeter ganz neu, und seit Ende des Jahres 1878, als der Berichterstatter zum ersten Male ein Instrument dieser Art unter den Händen hatte, sind die Verfertiger zu erheblichen Fortschritten bezüglich des optischen Theiles (Zwillingsprisma) gelangt. Gegenwärtig lässt es nichts mehr zu wünschen übrig, und man muss dasselbe für die Laboratorien der Zuckerfabriken entschieden als den zweckmässigsten Polarisationsapparat bezeichnen.

Was schliesslich die Ausführung der von Fr. Schmidt & Haensch ausgestellten Polarisationsinstrumente im allgemeinen betrifft, so muss anerkannt werden, dass dieselbe namentlich in Bezug auf die optischen Theile eine ganz vorzügliche ist. Die Soleil'schen und Halbschatten-

---

[1]) Dingler Polyt. J. 178. 158. — Zeitschr. d. Vereins f. Rübenzuckerindustrie. 15. 456.
[2]) Bull. soc. chim. [2] 14. 140.

Saccharimeter gehören zu den komplizirtesten optischen Instrumenten, indem sie aus nicht weniger als 11 bezw. 8 Stücken bestehen, welche genau geschliffen und zentrirt werden müssen und von welchen namentlich die Quarzkeile einer sehr sorgfältigen Bearbeitung bedürfen, um richtige Angaben bei verschiedenen Stellungen derselben zu liefern. Es gehört somit eine grosse Aufmerksamkeit von Seiten des Verfertigers dazu, um tadellose Apparate dieser Art auszuführen. Vielfach wurden dieselben bis jetzt aus Paris bezogen, und es ist daher sehr erfreulich, dass eine deutsche Werkstätte diese Instrumente als besondere Spezialität ergriffen hat mit dem Bestreben, sie in möglichster Vollkommenheit herzustellen.

Die Spektralapparate.

Berichterstatter:
Dr. H. W. Vogel, Prof. an der technischen Hochschule zu Berlin.

Die Ausstellung enthielt an Spektralapparaten eine grosse Zahl, die sich in sechs Abtheilungen einreihen lassen:

1. Spektralapparate für chemisch-analytischen Gebrauch;
2. Spektralapparate zur genauen Linienbestimmung bezw. Messung der Brechungsindices;
3. Spektralapparate für photographische Fixirung der Spektren;
4. Spektralphotometer, welche zur Messung der Helligkeit einzelner Theile des Spektrums dienen;
5. Spektralapparate zu astronomischem Gebrauch;
6. Spektralapparate zu physiologischem Gebrauch.

An die Besprechung dieser Apparate reiht sich noch die Beschreibung der Hülfsinstrumente für Spektralarbeiten, soweit sie auf der Ausstellung vertreten waren und neues und eigenthümliches darbieten.

1. Spektralapparate für chemisch-analytischen Gebrauch.

Hierher gehören die gewöhnlichen Bunsen'schen Apparate, die bereits hinlänglich bekannt sind, so dass ihre Beschreibung umsomehr übergangen werden kann, als die in der Ausstellung befindlichen Exemplare nichts neues darboten.

Sehr wünschenswerth wäre es, wenn die Optiker sich bemühen wollten, diese Bunsen'schen Spektralapparate so einzurichten, dass 1. der Fokus der Kollimatorlinse durch eine Marke auf dem Auszugrohr (Spaltrohr) angegeben ist, dieses erleichtert die richtige Einstellung sehr erheblich; 2. dass die Skalen einen Nullpunkt haben, der um 50 Theilstriche vom Anfang absteht, so dass die Natronlinie auf Null gestellt werden kann[1]) (wünschenswerth sind auch schärfere Skalen); 3. dass das Skalenrohr bezw. die Skale

[1]) Vergl. Vogel, praktische Spektralanalyse, 51.

in demselben sicher fixirt werden kann, so dass während der Beobachtung keine Verschiebung stattfindet; 4. dass die Beleuchtungslampe der Skale bei der Drehung des Rohrs demselben folge, 5. dass an Stelle der Papptrommel zur Deckung der Prismen eine Mettallhülse genommen wird.

Ferner gehört hierher das Instrument, das unter dem Namen Universalspektroskop von H. W. Vogel bekannt ist, aber bisher nur ungenügend beschrieben worden ist, so dass wir die Details darüber hier folgen lassen.

Das ausgestellte Universalspektroskop war von Schmidt & Haensch konstruirt.

Der bekannte von Bunsen und Kirchhoff angegebene Spektralapparat, der aus drei Röhren, dem Spaltrohr, dem Skalenrohr und dem Fernrohr besteht, ist zwar zur Beobachtung der Emissionspektra und zur Bestimmung der Linienlage ganz vortrefflich geeignet, dennoch hat er einige Uebelstände, die seine Anwendung erschweren, dahin gehört die geringe Transportabilität, die dem Ungeübten unbequeme Einstellung, die, weil es sich um die Einstellung dreier Röhren handelt, etwa dreimal so viel Arbeit macht, als die Einstellung eines Mikroskops, ferner der Umstand, dass er leicht in Unordnung kommt und dass durch die starke Vergrösserung im Fernrohr viel an Lichtstärke verloren geht. Er ist deshalb zur Beobachtung von Absorptionsspektren wenig geeignet.

Refer. bedient sich deshalb schon seit längerer Zeit, namentlich bei Absorptionsbeoachtungen, wo es weniger auf genaue Linienbestimmungen ankommt, des Browning'schen Taschenspektroskops. Bei diesem fehlt Fernrohr und Skalenrohr. Man hat nur die Einstellung eines einzigen Rohres nöthig, des Kollimators. Da die Fernrohrvergrösserung fortfällt, so erscheinen die Spektren dieses Instrumentes sehr lichtstark. Ein Uebelstand ist aber der Mangel einer Skale. Um diesem abzuhelfen, hat Refer. am Kopf des Instruments eine Spiegelvorrichtung angebracht, so dass man zwei Spektren derselben Lichtquelle mit dem Instrument unter einander liegend erhalten kann. Das eine Spektrum dient als Skale, das andere zur Beobachtung der Absorptionen.

Fig. 191 stellt diese Vorrichtung dar. *B* ist eine abnehmbare Metallkappe mit einer rechteckigen Oeffnung, durch welche direkt Licht auf den Spalt *T* fällt. Ausserdem enthält die Kappe noch eine seitliche Oeffnung *O*, durch welche das von dem im Bügel *g* sitzenden kleinen drehbaren Spiegel *m* reflektirte Licht auf das Spiegelprisma *P* fällt, um von diesem in den oberen Theil des Spalts geworfen zu werden. Der Spiegel *m* mit seinem Bügel *g* sitzt an einem um die Achse des Instruments drehbaren Metallring *X*, so dass er ganz bei Seite gedreht werden kann. Der drehbare Ring *D* dient zur Veränderung der Spaltweite. Das Prisma *P* sitzt an einem kleinen Hebel *h*, so dass es auf Erforderniss seitwärts gebracht und der ganze Spalt frei gemacht werden kann.

Um die Anwendung des Spektroskops möglichst handlich zu machen, konstruirte Refer. neuerdings ein zusammenlegbares Stativ mit Hülfsvorrichtungen, welches eine vielseitige Benutzung des Instrumentes erlaubt,



Fig. 191. (1/1 natürl. Gr.).

so dass es nicht nur zu Beobachtungen von Absorptionsspektren, sondern auch von Flammenspektren, Funkenspektren und Geissler'schen Röhren dienen kann. Dieses Stativ ist nachstehend in seinen verschiedenen Anwendungen abgebildet.

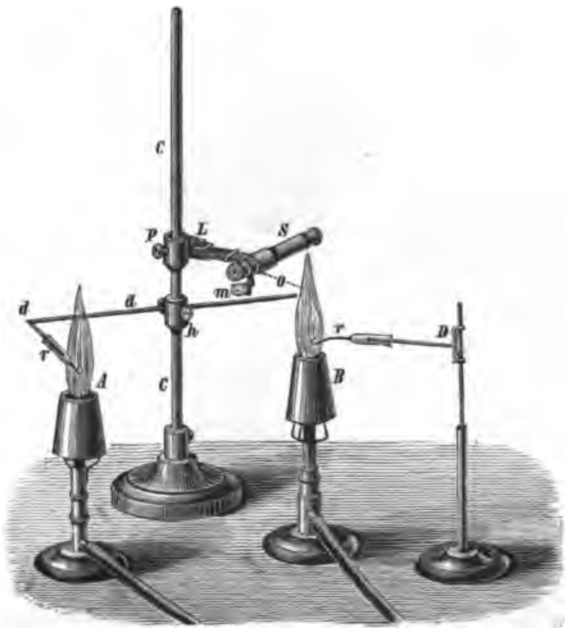


Fig. 192.

Fig. 192 zeigt das Instrument in Anwendung zur Beobachtung von Flammen. Das Spektroskop S ist in eine Klemme L gespannt, die

um eine horizontale Achse drehbar ist und an dem Ringe *P* sitzt, der sich an der Säule *C* hoch und niedrig stellen lässt.

Ein zweiter stellbarer Ring *h* trägt einen verschiebbaren langen rechtwinklig gebogenen Drath *d*, auf den man das Glasröhrchen mit eingeschmolzenem Platindrath *r* steckt, welches die Probe trägt, die man in der Beobachtungsflamme *A* erhitzen will.

Zur Bestimmung der in der Flamme *A* erscheinenden Linien benutzt man eine Vergleichungsflamme *B*. Man stellt diese Vergleichungsflamme so auf, dass sie gegenüber der kleinen Oeffnung *O* (vergl. Fig. 191) steht; den gewöhnlich vor der Oeffnung *O* stehenden Spiegel *m* dreht man zu diesem Zwecke seitwärts.

Statt einer Vergleichungsflamme kann man auch das Sonnenspektrum zur Vergleichung benutzen. Man stellt dann das Instrument so auf, dass durch die Oeffnung *O* Tageslicht fällt, dessen Linien eine Lagenbestimmung der Flammenlinien und daraus mit Hülfe der Bunsen'schen Tafeln eine Erkennung des sie erzeugenden Stoffes gestatten.

Fig. 193 zeigt das Instrument in Anwendung für Absorptions-

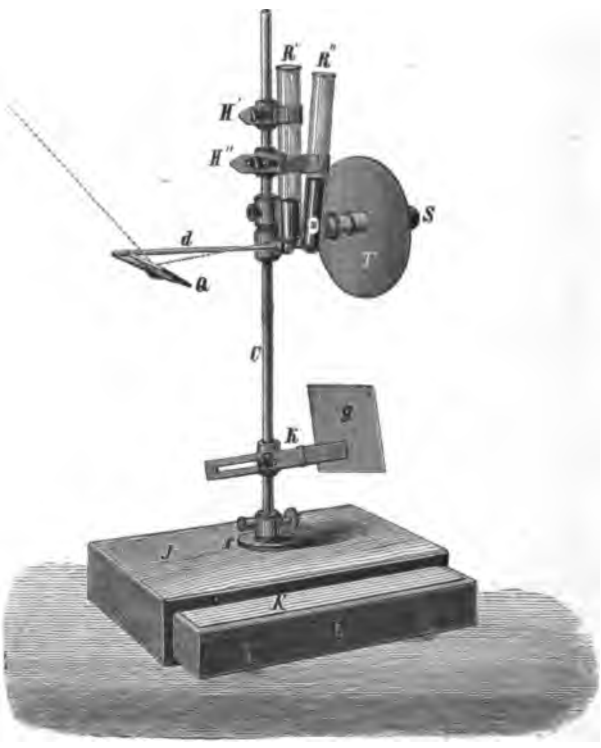


Fig. 193.

analysen. Man richtet das Spektroskop *S* direkt auf den Himmel oder man wirft Himmelslicht in dasselbe mittels eines Spiegels *Q*, der auf den Drath *d* aufgesteckt ist. Die zu beobachtenden Flüssigkeiten bringt man in Reagenzgläser *R'* und R'', die durch federnde stellbare Klemmen *H'* und *H''* gehalten werden; diese Klemmen sind an ihrer Hülse horizontal verschiebbar und durch Schrauben fixirbar.

Zur richtigen Einstellung bewegt man die Klemme mit dem Reagenzglase vor dem Spalt oder dem Spiegel horizontal hin und her, bis das Spektrum in grösster Helligkeit erscheint. Solches ist der Fall, wenn die Strahlen, die in das Instrument treten, in diametraler Richtung durch das Reagenzglas gehen. Man sieht alsdann das Absorptionsspektrum und das durch die gespiegelten Strahlen erzeugte unveränderte Spektrum der ursprünglichen Lichtquelle neben einander. Die Vergleichung beider lässt selbst

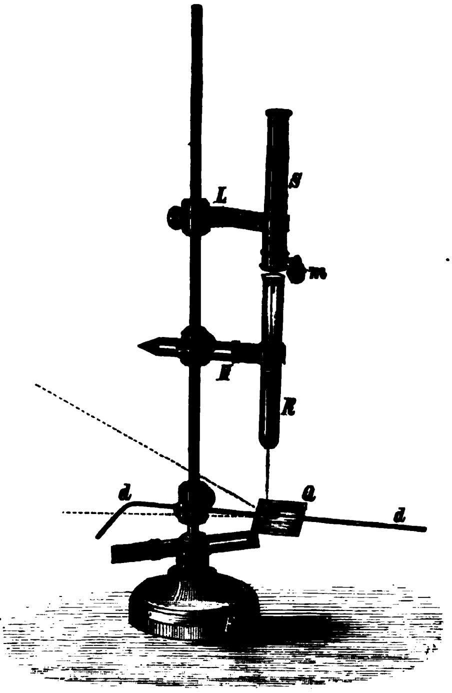


Fig. 194.

schwächere Absorptionserscheinungen sehr genau erkennen und gestattet genaue Bestimmung der Lage der Streifen, wenn Tageslicht angewendet wird.

Will man das Spektrum einer Lösung mit einer anderen vergleichen,

so bringt man die zweite Lösung vor den Spiegel Q (vergl. Fig. 193) und sucht durch Schieben der Klemme unter gleichzeitigen Okularbeobachtungen den Standpunkt des Rohres, wo das Spektrum am besten sichtbar ist. Um Nebenlicht vom Auge des Beobachters abzuhalten, stülpt man über das Spektroskop eine Pappscheibe T. Behufs Beobachtung mit Lampenlicht vertauscht man den Spiegel Q mit einem Schwanzbrenner, der mittels Oese auf den Drath d aufgesteckt werden kann.

Will man Gläser auf ihre Absorption untersuchen, so klemmt man diese mit besonderer Klemme k ein, die um C drehbar ist und der sich jede beliebige Lage geben lässt.

Will man lange Flüssigkeitsschichten untersuchen, wie es öfter bei sehr verdünnten, schwach gefärbten Lösungen nöthig ist, so füllt man diese in ein Reagenzglas R (Fig. 194 a. vor. S.), umwickelt es mit schwarzem Papier (um Nebenlicht abzuhalten), klemmt es senkrecht ein und stellt das Spektroskop S durch Drehung um die Achse L ebenfalls senkrecht.

Der an dem Drath d steckende Spiegel Q (Fig. 194) wirft dann Licht durch die mit der Flüssigkeit gefüllte Röhre in das Spektroskop; der seitwärts am Spektroskop angebrachte kleine Spiegel m giebt von dem direkten, von Q gespiegelten Licht ein Vergleichungsspektrum.

Zur Beobachtung von Geissler'schen Röhren setzt man eine Klemme H' über, eine H'' unter das Spektroskop S (Fig. 195) und spannt in beide die dicken Enden der Geissler'schen Röhre ein.

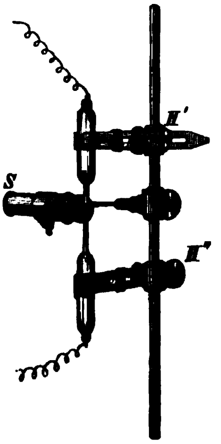


Fig. 195.

Zur Beobachtung von Funkenspektren der Metalllösungen bedient man sich des Entladers des Refer. (Fig. 196). Derselbe besteht aus zwei Korken a und b, die in die Klemmen m des Universalstativs

(Fig. 197) gespannt werden. Der untere Kork trägt eine mit Quecksilber gefüllte Glasröhre *q*, in welche ein Platindrath eingeschmolzen ist. Derselbe steht mit dem negativen Pol des Induktors *F* (Fig. 197) in leitender Verbindung. Die zu untersuchende Flüssigkeit füllt man auf ein kleines Glashütchen *n* (Fig. 196), das man leicht selbst fertigen kann. In dieses ist

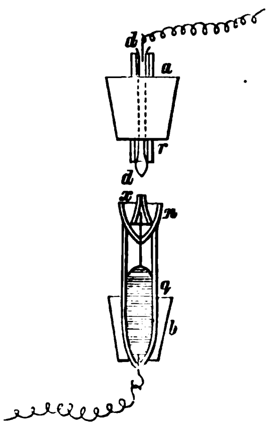


Fig. 196.

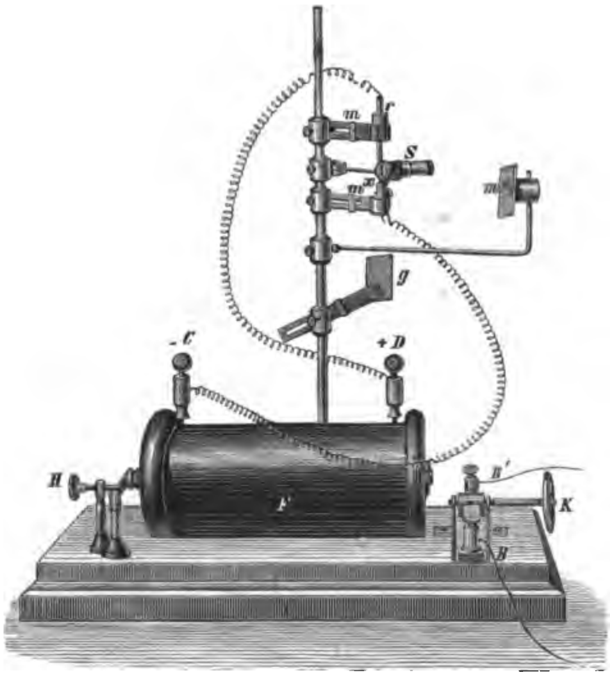


Fig. 197.

ein Platindrath eingeschmolzen, der in das Quecksilber der Röhre *q* taucht. Ueber diesen Drath stülpt man das Haarröhrchen *x*. Gegenüber letzterem steht ein Rohr *r*, welches innerhalb des Korkes *a* sitzt und durch welches ein umgebogener Platindrath *d* führt. Dieser steht mit dem positiven Pol des Induktors in leitender Verbindung. Wird der Induktor (Fig. 197) durch Verbindung seiner Pole *C* und *D* mit einer Batterie in Gang gesetzt, so springen zwischen *x* und *r* Funken über. Nähert man dann die beiden Pole mittels der verschiebbaren Klemmen *m*, so geht der Funkenstrom in eine kontinuirliche Entladung über, wobei sich an dem negativen Pol ein blauer Lichtbüschel zeigt. Wenn dieser an dem unteren Pol bei *x* auftritt, so ist das Instrument in Ordnung.

Füllt man dann mittels Pipette Metalllösung in das Hütchen *n*, so

steigt diese in Folge der Kapillarität in das Röhrchen *x* empor und wird durch den Funkenstrom zersetzt. Es offenbart sich alsdann in der Nähe von *x* das Funkenspektrum der Lösung, und kann man dieses leicht mittels des Spektroskops *S* (Fig. 197) beobachten, wenn man dasselbe zweckmässig stellt. Zwischen Entlader und Spektroskop bringt man mittels Klemme das Glasblättchen *g* an, welches das Verunreinigen des Spalts durch umhergespritzte Metalllösung verhindert. Der Spiegel *m'* kann benutzt werden, um Himmelslicht in das Spektroskop zu werfen wie auch zur Herstellung eines Vergleichungsspektrums.

Die grosse Mehrzahl der vom Refer. publizirten Beobachtungen über Absorptionsspektren u. s. w. ist mit diesem Instrument ausgeführt worden.

Um dasselbe leicht transportabel zu machen, ist die Säule in 3 Theile zerlegbar, so dass sich die Stücke nebst dem sonstigen Zubehör und noch 6 Reagenzgläsern in einem Futteral *K* (Fig. 193, S. 372) unterbringen lassen, das in den Kasten *J* geschoben wird. Auf demselben befindet sich eine Scheibe *x* von Messing, in welche die Säule *C* geschraubt werden kann.

2. Spektralapparate zur genauen Linienbestimmung.

a) Das kleine Spektrometer von Schmidt & Haensch (eigene Konstruktion) dient zur Bestimmung der Brechungs- und Zerstreuungsverhältnisse, zu goniometrischen Messungen u. s. w.

Der Apparat ruht nach der bekannten, bei Spektralapparaten mit Ablenkung befolgten Konstruktion auf einem stellbaren Dreifuss *D* (Fig. 198), der den getheilten Kreis *k*, die Basis *B* für das Prisma *P*, den beweglichen um eine senkrechte Achse drehbaren Eisenarm mit dem Fernrohr *F* und das Kollimatorrohr *C* trägt. Die horizontale Stellung der beiden letzteren kann durch die Schrauben *s* regulirt werden.

Mit dem Fernrohr dreht sich der getheilte Kreis *k*, dessen Drehung an den beiden Doppelnonien *m* und *n* abgelesen werden kann. Die gröbere Einstellung des Fernrohrs wird mit der Hand besorgt, die feinere mit einer Mikrometerschraube, deren Ende *t* in der Figur sichtbar ist und die in eine Messingzwinge greift, welche durch Anziehung einer senkrechten in der Figur unsichtbaren Schraube den Kreis *k* festklemmt.

Die Nonien *n* sind mit ihrem Träger *v* durch ein Scharnier *w* verbunden, so dass sie sich zurückklappen lassen, wenn es gilt, dem Fernrohr bei der Drehung Platz zu machen.

Will man den Apparat als Goniometer benutzen, so zieht man, nachdem man das Fernrohr in eine Lage gebracht hat, in welcher man das an einer Fläche des zu messenden Prismas reflektirte Spiegelbild deutlich erkennt, die oben erwähnte (in der Figur unsichtbare) Schraube an, welche den Kreis *k* festklemmt, und löst die horizontale Schraube *r*, welche an dem horizontalen

von der Hauptachse ausgehenden Arm *d* sitzt. Dadurch wird der Nonius *m* frei und lässt sich dann dieser mit dem Prismentisch *B* drehen. Die gröbere Drehung wird mit der Hand ausgeführt, die feinere nach Anziehung der Schraube *r* mittels der Schraube *y*. Die Kreistheilung hat 170 mm Durchmesser und erlaubt eine Ablesung bis 30 Sekunden.



Fig. 198 (1/4 natürl. Gr.).

Der Apparat gestattet auch Anbringung von Polarisationsinstrumenten.

b) Das grössere Spektrometer nach Meyerstein mit Ablesung bis auf 2 Sek., konstruirt von Schmidt & Haensch; es findet sich beschrieben in Pouillet-Müller's Lehrbuch der Physik. 8. Aufl. S. 153.

c) Der grosse Spektralapparat, von Schmidt & Haensch konstruirt, dient zur Erzielung starker Dispersionen. Derselbe ist ähnlich arrangirt wie das Spektrometer, nur wegen der grösseren Prismenzahl bedeutend grösser und schwerer. Fernrohr *F* und Kollimatorrohr *C* (Fig. 199) ruhen auf den

Armen A und A', die um die Hauptachse des Instrumentes drehbar sind. Die Fernrohrdrehung wird mittels des sich gleichzeitig mit dem Arm A bewegenden Doppelnonius n an dem getheilten Kreis K abgelesen und

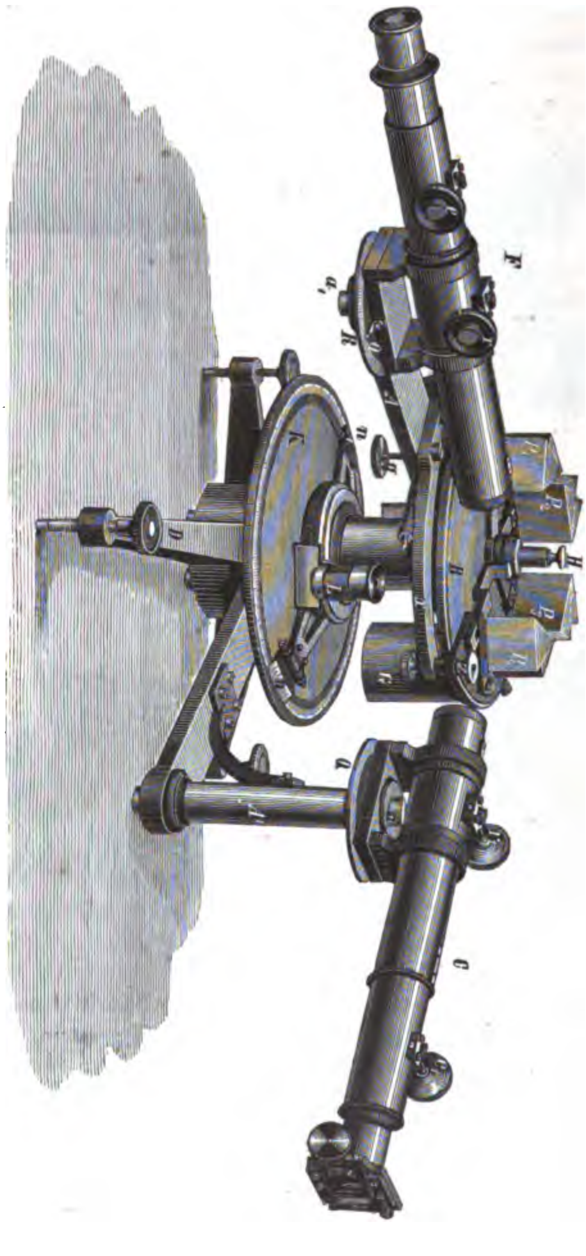


Fig. 199 ($^1/_5$ natürl. Gr.).

zwar mit Hülfe der Lupe L, die (wie in der Figur erkennbar ist) auch eine selbständige Bewegung hat, so dass sie zur Seite gedreht werden kann.

Ausserdem sind Fernrohr und Kollimator noch drehbar um senkrechte Achsen a bezw. a', die auf ihren Tragarmen A bezw. A' ruhen; die Drehung selbst kann mittels Zeigers o bezw. o_1 an den getheilten Kreisen R bezw. Q abgelesen werden. Fernrohr F und Kollimatorrohr C lassen sich mit Hülfe der Triebe r bezw. r_1 in ihren Lagern in der Richtung ihrer Achse verschieben.

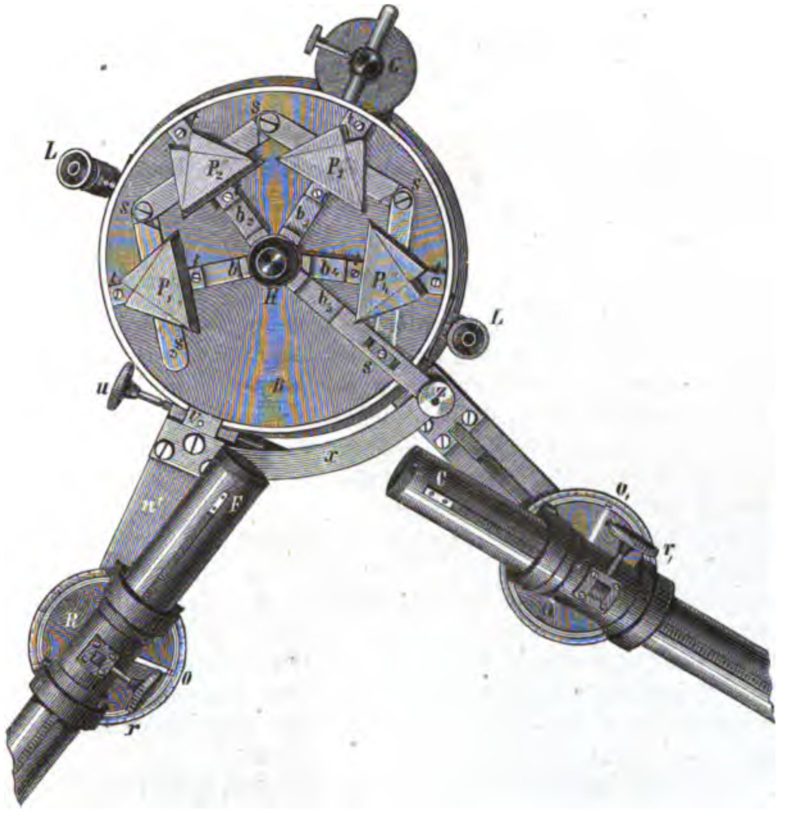


Fig. 200 (1/5 natürl. Gr.).

Die 4 Rutherfordprismen P_1, P_2, P_3, P_4 ruhen auf der Platte B; sie sind mit automatischer Bewegung versehen, deren Arme b_1, b_2, b_3, b_4 (Fig. 200) um die Hauptachse drehbar und durch Querstücke, welche die

Prismen tragen, mit einander verbunden sind. Die Prismen lassen sich durch Lösung der 4 Schrauben *t* leicht abnehmen, so dass man je nach Belieben mit 1, 2 oder mehr Prismen arbeiten kann. Der fünfte Arm b_5 steht mit dem Fernrohrlager durch den kreisförmigen Bügel *x* in Verbindung, so dass, wenn das Fernrohr sich um die Hauptachse dreht, die Prismen in Bewegung gesetzt werden und zwar in der Art, dass der beobachtete Strahl dieselben stets im Minimum der Ablenkung passirt.

Die Dispersion bei Anwendung eines Prismas beträgt 11°, bei Anwendung von 5 Prismen 55°.

Zwei Prismen reichen hin zur Beobachtung sämmtlicher Linien der Kirchhoff'schen Tafel.

Der Kreis *K* hat 30 cm Durchmesser und ist in $^1/_6$ Grade getheilt. Ablesung ist bis auf 10 Sekunden möglich. Das Gewicht *G* diènt zur Abbalanzirung.

Die gröbere Einstellung des Fernrohrs geschieht mit der Hand, die feinere mittels der Schraube *u*, nachdem vorher der Backen *v* mit der Schraube *q* (Fig. 199) festgeklemmt worden.

3. Spektralapparate für photographische Fixirung der Spektren.

Hierher gehört *a*) H. W. Vogel's grosser Spektrograph, konstruirt von Schmidt & Haensch. Zweck des Instruments, welches nach Angaben des Urhebers für die Sammlung der Akademie der Wissenschaften zu Berlin ausgeführt wurde, ist die photographische Aufnahme lichtschwacher oder chemisch wenig wirksamer Theile lichtstarker Spektren, die Prüfung der Empfindlichkeit photochemischer Präparate gegen das Sonnenspektrum und die Untersuchung der Schwankungen der chemischen Wirkung in verschiedenen Tages- und Jahreszeiten. Das Instrument (Fig. 201, S. 382) stellt im Prinzip einen Spektralapparat mit zwei Prismen, jedoch mit horizontaler brechender Kante dar und ist so eingerichtet, dass das Kollimatorrohr *b* leicht auf die Sonne oder jede beliebige andere Lichtquelle gerichtet werden kann. Zu diesem Zwecke ist das Instrument um eine vertikale Achse *A* und eine horizontale *m* drehbar. Diese Vorrichtung erspart die Anwendung eines Heliostaten und den dabei unvermeidlichen Lichtverlust durch Spiegelreflexion.

Die beiden Flint-Prismen *P* von 60° (Fig. 202, S. 383) befinden sich in der Metalltrommel *d*. Die Trommel trägt einerseits das Kollimatorrohr *b* mit dem Spalt *a*, andererseits (an Stelle des Fernrohrs des gewöhnlichen Spektralapparats) eine photographische Kamera *f*, deren Objektiv eine Steinheil'sche Aplanatdoppellinse in der Fassung *e* ist. Der kastenförmige Ansatz aus Blech trägt am oberen Ende ein Brett *L* von Holz, in dessen Falz *i* (Fig. 201) eine Kassette mit lichtempfindlicher Platte oder eine matte Scheibe zu objektiven Beobachtungen eingeschoben werden kann. Das

Brett L ist um eine Achse O drehbar, kann aber durch eine seitliche Schraube S (Fig. 202) in jeder Lage festgehalten werden. Diese Vorrichtung erlaubt eine Neigung der Bildebene gegen die einfallenden Strahlen und es wird dadurch die scharfe Einstellung verschiedener Theile des Spektrums ermöglicht, deren Fokus ungleich lang ist. Kamera und Kollimator ruhen auf Lagern r, die um die Peripherie der Trommel d etwas verschoben werden können, beide sind ferner um horizontale Achsen s drehbar und mit Hülfe von Schrauben q (in Fig. 201 an der Kamera nicht sichtbar) feststellbar. Dadurch ist die bequeme Einstellung auf das Minimum der Ablenkung für jeden Strahl ermöglicht.

Um das Instrument genau auf die Sonne richten zu können, ist am Kollimator eine Scheibe x und am Spalt ein Diopter y angebracht. Stellt man das Instrument so, dass die durch die Oeffnung y gehende Sonne genau den Mittelpunkt der Scheibe x trifft, so erblickt man auf der matten Scheibe der Kamera ein objektives Spektrum parallel i i, dessen Länge 66 mm ist. Die lichtempfindlichen Platten werden in eine photographische Kassette bekannter Konstruktion gelegt und diese nach Entfernung der matten Scheibe in den Falz i eingeschoben. Durch sukzessives Verschieben dieser Kassette lassen sich zehn und mehr Spektren nach einander auf derselben Platte aufnehmen. Die Kassette ist für zwei Plattengrössen eingerichtet, 100 × 183 und 110 × 80. Um gewisse Theile des Spektrums von der Wirkung auf die Platte ausschliessen zu können, sind zwei Blenden M (nur die eine ist in Fig. 201 sichtbar) angebracht, die sich gegenüberstehen und durch passende Schlitze beliebig tief eingeschoben werden können.

Für kurze Expositionen auf das Sonnenspektrum genügt es, den Kollimator mittels des Diopters genau zu richten. Die Sonne bleibt dann mindestens 1 Minute im Gesichtsfelde des Instrumentes. Für längere Expositionen muss jedoch das Instrument dem Laufe der Sonne folgen; solches geschieht durch zeitweises Drehen der Schrauben ohne Ende n und g (Fig. 201), die in die Zähne eingreifen, welche einerseits an der Peripherie der Trommel d, andererseits an der drehbaren Horizontalplatte H angebracht sind.

Ein getheilter Kreisbogen auf der Trommel d und ein Index z erlauben die Höhe der Sonne jederzeit abzulesen, nachdem das Instrument mittels der beiden Fusslibellen horizontal gestellt ist.

Für Prüfung lichtempfindlicher Substanzen verschiedener Art dient ein keilförmiger Spalt, der an einem Ende 0,2 mm weit ist und sich am andern Ende allmälig bis auf 0 verengert. Er giebt ein Spektrum, dessen Linien auf der einen Seite unscharf und hell, auf der andern Seite scharf und lichtschwach sind. In der Photographie erstrecken sich diese Linien um so weiter nach der dunklen Seite hinüber, je heller der betreffende Theil des Spektrums ist oder je empfindlicher die zu prüfende Substanz für die betreffenden Strahlen ist. Man kann demnach aus der Länge der

Linien einen Schluss auf die Helligkeit des untersuchten Spektraltheils einerseits, auf die Empfindlichkeit der geprüften Substanz andererseits machen.



Fig. 201 (¼ natürl. Gr.).

Gilt es Spektren verschiedener Lichtquellen photographisch neben einander aufzunehmen, so wird ein besonderer Spalt angewendet, der nach Lockyer's Angabe konstruirt und in Fig. 201 abgebildet ist. Dieser 25 mm lange Spalt ist durch eine verschiebbare Platte *h* mit Handgriffen gedeckt,

in der eine Oeffnung *o* von 5 mm Breite ausgeschnitten ist und die durch eine in kleine auf ihr vorgesehene Löcher eingreifende Feder *F* festgehalten wird[1]).

Der durch die Oeffnung *o* sichtbare Spalttheil liefert ein etwa 5 mm breites Spektrum. Ist die photographische Aufnahme desselben erfolgt,

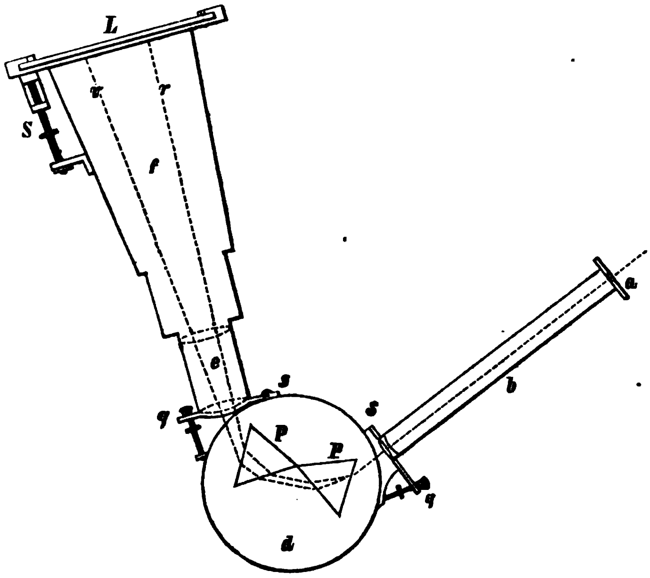


Fig. 202.

so wird die erste Lichtquelle entfernt, die Platte *h* um 5 mm verschoben, d. h. so weit, bis die Feder *F* in das benachbarte der Löcher einschnappt, sodann wird die zweite Lichtquelle vor den Spalt gebracht und die Aufnahme ihres Spektrums auf derselben Platte bei unverändertem Stand der Kassette mit der empfindlichen Platte bewirkt. Den Spalt öffnet und schliesst eine Schraube, deren Kopf mit Kreistheilung versehen ist, so dass genaues Ablesen der Spaltbreite möglich ist.

Leicht ist es in dieser Weise Metallspektra und das Sonnenspektrum auf derselben Platte zu erhalten. Man bringt die beiden Metallpole, zwischen denen Funken überspringen, dicht vor dem Spalt an und beobachtet das Spektrum derselben zunächst auf der matten Scheibe. Durch Heben bezw. Senken

[1]) In Fig. 201 ist diese Spaltvorrichtung zur besseren Uebersicht der Details in einer dem Leser mehr zugekehrten Lage dargestellt; selbstverständlich muss der Spalt in seiner richtigen Stellung parallel den brechenden Kanten der Prismen liegen.

und Drehen des Spektrographen mittels der Schrauben *n* und *g* verändert man die Stellung des letzteren so lange, bis das Spektrum für das Auge das Maximum der Helligkeit zu haben scheint. Dann schiebt man die Kassette mit der empfindlichen Platte ein. Nach Vollendung der Exposition entfernt man die Pole, umschliesst den Spalt durch eine über ihn gestülpte Papphülse, verschiebt den Schieber *h* um 5 mm, richtet das Instrument mittels Diopter auf die Sonne und exponirt abermals.

Um Nebenlicht abzuschliessen, wird die Trommel *d* des Spektrographen mit einem Stück Sammet sorgfältig umwickelt.

Um für gewisse Experimente die Dispersion des Apparates zu erhöhen, ist demselben ein Amici'scher Prismenkörper von 5 Prismen *à vision directe* beigegeben; dieselben befinden sich in einer Hülse *C*, die zwischen Kollimatorrohr *b* und Trommel *d* eingeschraubt werden kann. Der Apparat hat dann die Wirkung eines Spektroskops mit 4 Primen von 60°.

Das Instrument wird folgendermassen eingestellt. Man löst die photographische Kamera mit Objektiv vom Apparat ab und stellt dieselbe nach bekannter Art auf einen weit entfernten Gegenstand durch Drehen des Triebes *t* am Objektiv scharf ein, markirt den Auszug des Objektivs für diese Einstellung durch einen Strich und bringt das Ganze an seiner ursprünglichen Stelle wieder an, richtet alsdann das Kollimatorrohr des Spektrographen auf die Sonne und stellt mittels des Triebes *N* den Spalt, bis die Linien auf der matten Scheibe hinreichend scharf erscheinen. Gut ist es, die matte Scheibe vorher mit Oel durchsichtiger zu machen. Noch besser als eine matte Scheibe ist eine gewöhnliche mit Jodkollodium überzogene gesilberte und gewaschene photographische Platte. Selbstverständlich sind nicht alle Linien gleichzeitig scharf zu erhalten. Will man den Punkt höchster Schärfe für ein gewisses Liniensystem, so stellt man zunächst mit dem Auge auf die betreffende Linie scharf ein, bringt dann eine empfindliche Platte in den Apparat, macht eine Aufnahme bei der gegebenen Einstellung, verschiebt die Kassette innerhalb des Falzes *i* um 1 cm, dreht den Trieb *N* so, dass das Kollimatorrohr um die Breite eines Zahnes seiner Zahnstange verlängert oder verkürzt wird, macht eine erneute Aufnahme auf derselben Platte und wiederholt dieses mit veränderter Einstellung des Kollimatorrohrs noch mehrmals. Die Platte wird alsdann photographisch entwickelt und die Spektra mit der Lupe verglichen. Es ist dann leicht zu erkennen, für welche Einstellung die betreffenden Linien am schärfsten erscheinen.

Mit diesem Apparate wurden folgende Untersuchungen ausgeführt:

Ueber die Beziehung zwischen Lichtabsorption und Chemismus (Sitzungsberichte der Berl. Akademie der Wissenschaften 1875, 82); über das Spektrum der Sell'schen Schwefelkohlenstofflampe (Berichte d. d. chem. Gesellsch. VII, 1522); über die photographische Aufnahme von Spektren der in Geisslerröhren eingeschlossenen Gase (Monatsber. d. Ak. d. Wiss. z.

Berlin 1879, 116); über die Spektra des Wasserstoffs, Quecksilbers und Stickstoffs (ebenda 1879, 586).

b) H. W. Vogel's kleiner Spektrograph. Dieser Apparat hat denselben Zweck wie der vorher beschriebene grosse Spektrograph, er unterscheidet sich von diesem durch seine Einfachheit, kompendiöse Form und Handlichkeit, so dass es möglich ist, mit Hülfe desselben Studien über das Sonnenspektrum selbst auf Reisen, sogar auf schwankenden Schiffen zu machen. Das Spektrum, welches dieser Apparat liefert, ist in seinen Linien bedeutend weniger scharf als das des grossen Spektrographen und deshalb für exakte Untersuchungen, in welchen es auf scharfe Liniendefinition ankommt, nicht geeignet, dagegen ist es genügend scharf für Studien über die chemische Wirkung des Spektrums auf Platten verschiedener Art, für Beobachtungen über die Schwankungen der chemischen Wirkung des Sonnenspektrums u. s. w.

Den Apparat bildet eine photographische Kamera *K* (Fig. 203, a. folg. S.) aus Holz, 17 cm lang, 13 cm breit und 10 cm hoch, ohne Auszug, die bei *H* eine matte Scheibe *v* (vergl. Fig. 204) trägt, welche mit einer Kassette bekannter Einrichtung vertauscht werden kann. Der Vordertheil der Kamera besteht aus einer beweglichen Jalusie *R*, die innerhalb der Kulisse *n' n''* läuft und in der Mitte ein Brettchen *b* trägt, in welches das Spektroskop *S* mit horizontalem Spalt *r* eingeschraubt ist. Die Achse des Spektroskops liegt 2 cm unterhalb der Achse der Kamera.

Die Jalusie erlaubt das Spektroskop seitlich zu verschieben, und man ist dadurch im Stande auf einer kleinen Platte von 11 × 8 cm fünf senkrecht stehende Spektren nach einander aufzunehmen, falls man den Spalt nicht zu lang nimmt.

Der Spalt des Instruments liegt der Richtung der Jalusiebewegung parallel und ist nicht parallelrandig, sondern keilförmig. Dadurch wird ein Spektrum erzeugt, welches an der einen Langseite dunkel, an der anderen hell ist. An der hellen Langseite beginnt natürlich die photographische Wirkung zuerst und schreitet, in der Richtung der Spektrallinien, um so weiter nach der anderen fort, je kräftiger die chemische Intensität der betreffenden Farbe ist. Man kann demnach aus der Ausdehnung der Wirkung einer bestimmten Farbe einen Schluss auf deren chemische Intensität machen. Die eine Spaltseite ist fest, die andere wird durch die Platte *p* (Fig. 203) gebildet, welche um eine Schraube drehbar und durch diese feststellbar ist. Dadurch kann man den Winkel, den beide Spaltseiten mit einander bilden und die Helligkeitsunterschiede der beiden Spektrumseiten verändern. Die Schraube *q* regulirt die Entfernung der beiden Spaltkanten.

Eine Objektivlinse fehlt gänzlich. Die Kollimatorlinse vertritt die Stelle derselben (siehe den Durchschnitt in Fig. 204). In der That erscheint ein objektives Spektrum auf der matten Scheibe, wenn man den Apparat auf

eine Lichtquelle richtet und das Spaltrohr des Instruments hinreichend weit auszieht; die Kollimatorlinse entwirft alsdann bei monochromem Lichte ein objektives Bild des Spalts auf der matten Scheibe, bei Anwendung von

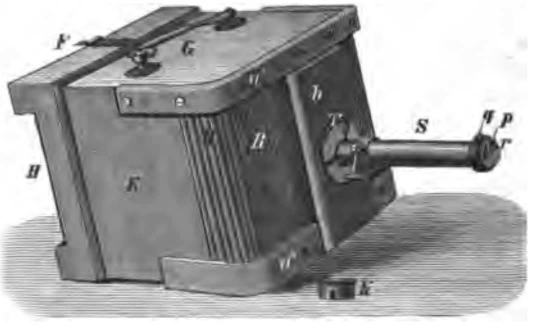


Fig. 203.

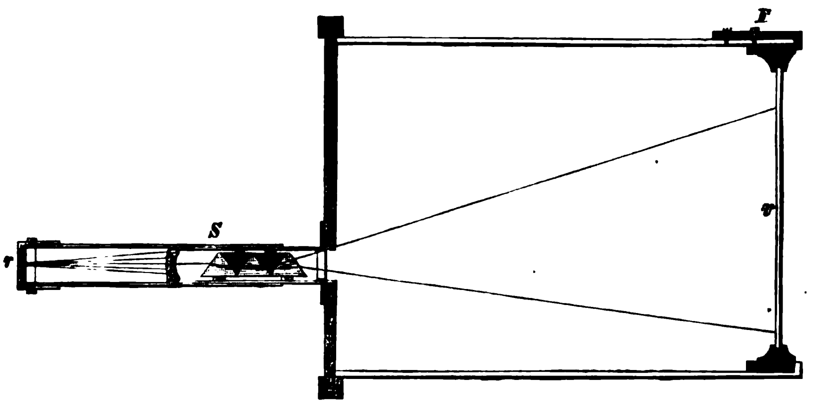


Fig. 204 (1/3 natürl. Gr.).

Sonnenlicht eine Folge von Spaltbildern, d. h. ein objektives Spektrum. Obgleich dieses System optisch nicht vollkommen ist, gelingt es leicht, die Hauptsonnenlinien darin zu erkennen.

Zu bemerken ist, dass bei der Schmalheit der in Betracht kommenden Strahlenbündel die sog. Tiefe des Instruments sehr gross ist. Die Verlängerung der Kamera hat keinen wesentlichen Einfluss auf die Schärfe. Das Scharfeinstellen ist deshalb ausschliesslich durch Ausziehen des Spaltrohrs zu bewerkstelligen.

Beim Gebrauch fasst man das Instrument mit dem Griff *G* (Fig. 203), richtet es auf die Sonne, so dass das Spektroskop keinen oder nach allen

Seiten hin gleich viel Schatten[1]) wirft. Auf Schiffen wählt man dazu einen Platz in der Mitte des Fahrzeuges und nimmt das Instrument auf den Schooss. Heliostat ist unnöthig.

Mit diesem Instrumente wurden folgende Untersuchungen gemacht: Photographische Spektralbeobachtungen im rothen und indischen Meer, Poggendorff's Ann. B. 156, 319 (hier findet sich der Apparat bereits beschrieben); chem. Wirkungen des Lichts auf reines und gefärbtes Bromsilber, Ber. d. d. chem. Gesellsch. 1875, 1635; neue Beobachtungen über die Lichtempfindlichkeit des Bromsilbers, ebenda 1876, 667 und photogr. Mittheilungen XIII, 30.

Auch Cpt. Waterhouse in Kalkutta hat das Instrument zu seinen Spektralbeobachtungen benutzt (siehe Waterhouse's Spektralversuche, photogr. Mittheil. XIII, 16, 197, 223.

4. Spektralphotometer.

Hierher gehört: *a*) Vierordts Apparat, konstruirt von Schmidt & Haensch und beschrieben in von Vierordt's „Anwendung des Spektralapparats zur Photometrie der Absorptionsspektren", Tübingen 1873, und in H. W. Vogel's „Praktische Spektralanalyse", Nördlingen 1878.

b) Glan's Spektralphotometer, in seiner ursprünglichen Form (als Spektroskop *à vision directe*) zuerst beschrieben in H. W. Vogel's „Praktische Spektralanalyse irdischer Stoffe". Die Grundform dieses Instrumentes (Fig. 205, a. folg. S.) in seiner jetzigen Gestalt ist die des Bunsen'schen Spektralapparats, ähnlich wie bei Vierordt.

Man erkennt das Fernrohr *F*, das Skalenrohr *S*, den Kollimator *C* und das Prisma *P*, welche auf der Platte *K* ruhen. Das Fernrohr ist um die senkrechte Hauptachse des Instruments mittels seines Trägers drehbar. Unterhalb dieses Trägers ist auf der Platte *K* eine kleine Kreistheilung angebracht, welche approximative Winkel abzulesen erlaubt; der Kollimator ist durch seinen Träger *Q* mit dem Stativ *D* fest verbunden, dagegen das Skalenrohr *S* um eine senkrechte Achse drehbar, die durch einen in der Peripherie der Basis *K* angebrachten Träger geht.

Aufgabe des Instruments ist, zwei Spektren übereinander zu erzeugen, die sich möglichst innig berühren und dadurch dem Auge die genaue Vergleichung ihrer Lichtstärke ermöglichen. Diese geschieht 1. durch einen Spalt, der durch ein in der Mitte übergelegtes Blättchen von Metall von etwa 2 mm Breite in zwei Hälften getheilt ist, 2. durch einen im Kollimatorrohr angebrachten doppeltbrechenden Körper (hier ein Rochon'sches Prisma, welches hinter der Kollimatorlinse sitzt), der von jeder der

[1]) Um den Schatten gut beobachten zu können, ist die Platte *T*, auf welche das Spektroskop geschraubt ist, weiss lackirt.

Spalthälften 2 Bilder entwirft, ein ordentliches *o* und ein ausserordentliches *a* (Fig. 206), die bei richtiger Konstruktion sich gerade berühren, so dass *a* unmittelbar unter o liegt. Diese enge Berührung erleichtert die Vergleichung beider Spektren ganz ausserordentlich[1]).



Fig. 205 (1/4 natürl. Gr.).

Hinter dem Rochon'schen Prisma ist ein Nicol'sches Prisma angebracht. Dieses ist mittels des Griffes *G* drehbar. Eine Drehung des Griffes um seine eigene Achse gestattet zugleich die Arretirung der Vorrichtung. Die Grösse der Drehung lässt sich an dem Kreise *k* bis auf Minuten ablesen. [Die innere Einrichtung ist hier nicht gezeichnet, sie ergiebt sich aus den Theilen *R* und *N* des nach Glan's Vorbild konstruirten H. C. Vogel'schen Instruments (vergl. Fig. 209, S. 392).] Dreht man den Nicol so, dass sein Hauptschnitt mit dem Hauptschnitt des doppeltbrechenden Prismas zusammenfällt, so verschwindet das ausserordentliche Spaltbild, dreht man ihn dann um 90°, so verschwindet das ordentliche; dreht man nur um einen mittleren Winkel, der zwischen 0 und 90° liegt, so wird

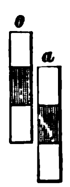


Fig. 206.

[1]) Eine vollkommene Berührung ist in Folge der Dispersion des doppeltbrechenden Prismas nur für eine Farbe möglich, aber die starke Dispersion des Prismenkörpers des Hofmann'schen Spektroskops macht diese Stelle genügend breit, um das Maximum der Empfindlichkeit für die betreffende Farbe erreichen zu können. Eine schwache Neigung des doppeltbrechenden Prismas um eine zu seinem Hauptschnitt senkrechte Achse genügt, um diese enge Berührung an jeder Stelle des Spektrums hervorzurufen, an der man zu beobachten wünscht.

das eine Spaltbild dunkler, das andere heller und es lässt sich dann leicht ein Punkt finden, wo beide wenigstens in Bezug auf eine Stelle des Spektrums gleich hell erscheinen.

Will man mit Hülfe dieses Apparats die Helligkeiten zweier Spektren mit einander vergleichen, so setzt man vor die eine Spalthälfte ein Vergleichungsprisma, welches das Licht der einen Lichtquelle in den Spalt wirft, während das Licht der anderen Lichtquelle direkt einfällt. Durch Drehung des Nicols stellt man dann die Gleichheit der Lichtstärke der an einander grenzenden Felder her und kann darauf das Verhältniss der Helligkeiten beider Spektraltheile leicht ableiten.

Ist (Fig. 207) $x\,o$ die Schwingungsebene des ordentlichen, $x\,a$ die Schwingungsebene des ausserordentlichen Strahls und stellen die genannten Längen

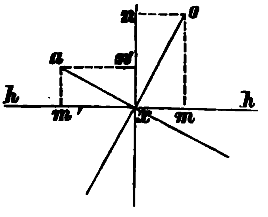


Fig. 207.

zugleich die Schwingungsweiten (Amplituden) dar, so kann man sich jede dieser Bewegungen nach dem Parallelogramm der Kräfte zerlegt denken in 2 Komponenten $x\,m$ und $x\,n$ bezw. $x\,m'$ und $x\,n'$. Von diesen Komponenten lässt der Nicol nur die durch, welche senkrecht zu seinem Hauptschnitt $h\,h$ schwingen, d. h. $x\,n$ und $x\,n'$, die übrigen werden ausgelöscht. Nun ist

$$\overline{x\,n} = \overline{x\,o} \cos nxo = \overline{x\,o} \sin \alpha,$$

wenn unter α der Winkel verstanden wird, welchen der Hauptschnitt des Nicols mit der Schwingungsebene des ordentlichen Strahls bildet, ferner ist

$$\overline{x\,n'} = \overline{x\,a} \cos \alpha, \text{ da } \angle\, a\,x\,n = \alpha.$$

Nun verhalten sich die Intensitäten der durchgehenden Lichtmengen, wie die Quadrate der Oszillationsweiten $x\,n$ und $x\,n'$, d. h. also wie $\overline{xo}^2 \sin^2\alpha : \overline{xa}^2 \cos^2\alpha$.

Stellen nun die Grössen $x\,o$ und $x\,a$ die Oszillationsamplituden dar, so sind die Quadrate derselben proportional den ursprünglichen Lichtintensitäten J und J^1 der beiden Lichtquellen,

$$\text{also } J : J^1 = \overline{x\,o}^2 : \overline{x\,a}^2,$$

also können wir in dem Bruche

$$\overline{x\,o}^2 \sin^2\alpha : \overline{x\,a}^2 \cos^2\alpha$$

die Grössen $\overline{xo}^2$ und $\overline{xa}^2$ durch J und J^1 ersetzen, dann verhalten sich die Lichtintensitäten nach dem Durchgange durch den Nicol wie

$$J \sin^2\alpha : J^1 \cos^2\alpha.$$

Hat man den Nicol so gedreht, dass beide beobachtete Spektraltheile gleich hell erscheinen, so ist

$$J \sin^2\alpha = J^1 \cos^2\alpha,$$

also $J^1 = J \operatorname{tg}^2\alpha$.

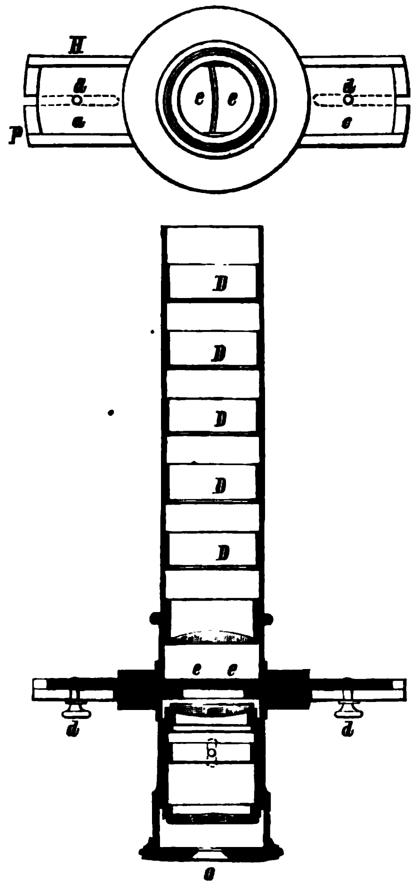


Fig. 208.

Der Nullpunkt des getheilten Kreises k (Fig. 205, S. 388) liegt so, dass der Hauptschnitt des Nicols mit dem Hauptschnitt des doppeltbrechenden Prismas zusammenfällt. Stellt man den Nicol auf Null, so ist das ordent-

liche Bild vollständig verschwunden. Dreht man ihn um einen bestimmten Winkel, so treten beide Bilder auf und es ist leicht, dieselben gleich hell zu machen. Man blendet hierbei stets die Spektralstelle, die man untersuchen will, mittels eines Schiebers *H* ab.

Derselbe ist nach Vierordt konstruirt, er besteht (Fig. 208) aus einer Platte *p* mit runder Oeffnung, die am Okular horizontal angebracht ist. Diese Platte ist mit Randfalzen versehen, in welche sich zwei flache kleinere Platten *a* und *c* vorschieben; diese lassen sich mittels Schrauben *d*, die in Schlitzen laufen, welche in *H* angebracht sind, in jeder Lage festklemmen. Die sich gegenüberstehenden Enden *e* der Platten sind ebenso gekrümmt wie die Spektrallinien. Mit Hülfe dieser Platten lassen sich beliebig breite Spektralfelder abblenden. Fig. 208 giebt noch einen Durchschnitt des Okulars mit den Diaphragmen *D*.

Die Einstellung des Spaltrohrs (Fig. 205) und des Okulars geschieht bei diesem Apparat nicht mittels Zahn und Trieb, sondern mittels einer neuen von Schmidt & Haensch ersonnenen und ihnen patentirten Vorrichtung, einer Schnecke, die an dem in Fig. 212 (S. 395) dargestellten Apparat genauer zu sehen ist[1]). In einer drehbaren Hülse *J* befindet sich ein schraubenförmiger Schlitz *s*, durch diesen geht ein an dem zu verschiebenden Rohr sitzender Stift *g*, der am innern Okularrohr oder Spaltrohr sitzt, die ihrerseits nicht drehbar, sondern nur verschiebbar sind, so dass die Drehung von *J* die Verschiebung derselben bewirkt.

Arbeiten mit diesem Apparat wurden ausgeführt vom Urheber (Glan, Poggend. Ann. 1877) und Cornu (Extr. du Journal de Physique T. VIII, 1829). Eine Modifikation des Glan'schen Apparates für astronomische Untersuchungen stellt der unmittelbar folgende Apparat dar.

5. Spektralapparate zu astronomischem Gebrauch.

Auf der Austellung befand sich: *a*) H. C. Vogel's Apparat zur Photometrie der Sternspektren.

Dieser Apparat ist nach dem Vorbild des Glan'schen Spektralphotometers konstruirt. Er besitzt ein einfaches Prisma *P* (Fig. 209), ein Fernrohr *F* mit Okularablendung *H* und eine Polarisationsvorrichtung am Kollimatorrohr *C*, ähnlich wie Glan's Apparat.

Die brechende Kante des Prismas steht in der in Fig. 209 gezeichneten Stellung horizontal, ebenso der Spalt *s*, der entsprechend dem Glan'schen durch einen Steg getheilt ist. *R* ist das Rochon'sche Prisma, *N* der analysirende Nicol, der mit Hülfe des Griffs *g* gedreht werden kann; die Drehung wird an der Kreistheilung *K'* abgelesen. Um die innige Berührung der beiden zu messenden Spektren für alle Farben genau her-

[1]) Vergl. den Bericht des Herrn Fritsch über Mikroskope S. 296.

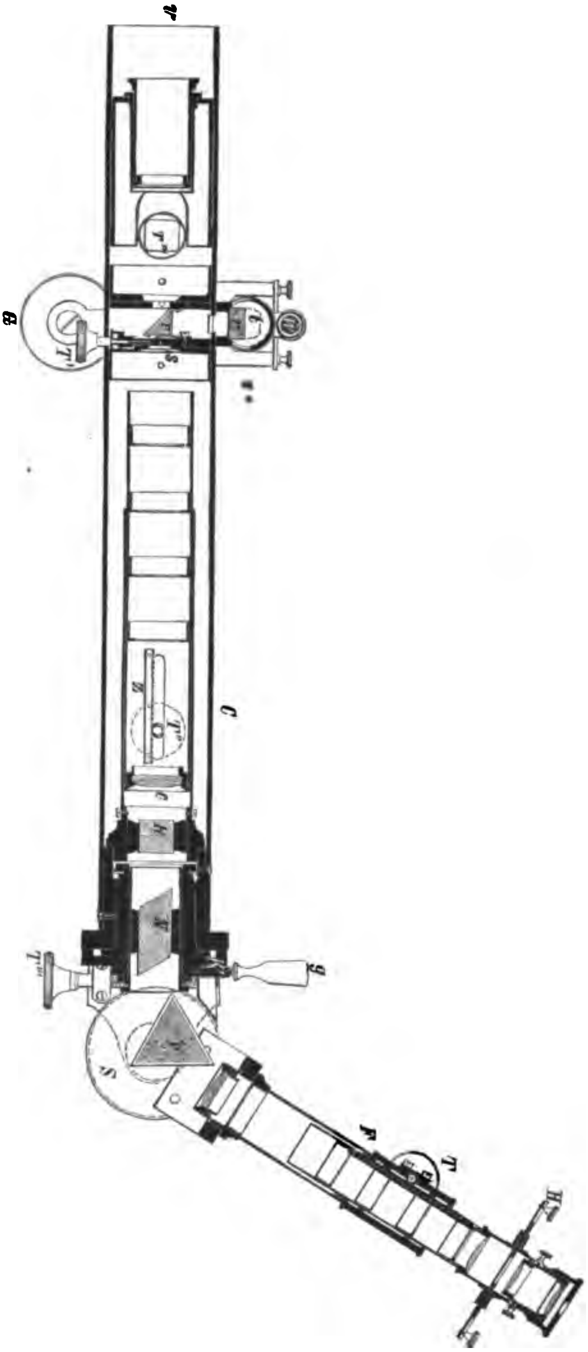


Fig. 209 (1/4 natürl. Gr.).

zustellen, ist die Kollimatorlinse *C* mit Zahnstange *Z* und Trieb *T''* bewegbar (vergl. auch Fig. 210).

Das Kollimatorrohr mit Spalt sitzt in einem weiteren Rohr *V*, welches das Verbindungsstück für den Refraktor bildet. Das Vergleichungsspektrum wird mittels Lampenlicht von einer Hängelampe *L* erzeugt. Dasselbe tritt durch das Rohr *t* (Fig. 209) auf das Reflexionsprisma *r'* und wird durch dieses auf das zweite Reflexionsprisma *r* geworfen, welches an der einen Spalthälfte sich befindet. *T'* ist der Trieb zum Oeffnen und Schliessen des Spalts.

In dem der Lampe gegenüberstehenden Theil des Apparates ausserhalb des Spaltes sitzt ein Orientirungsokular *O* (Fig. 210) mit Gittertheilung

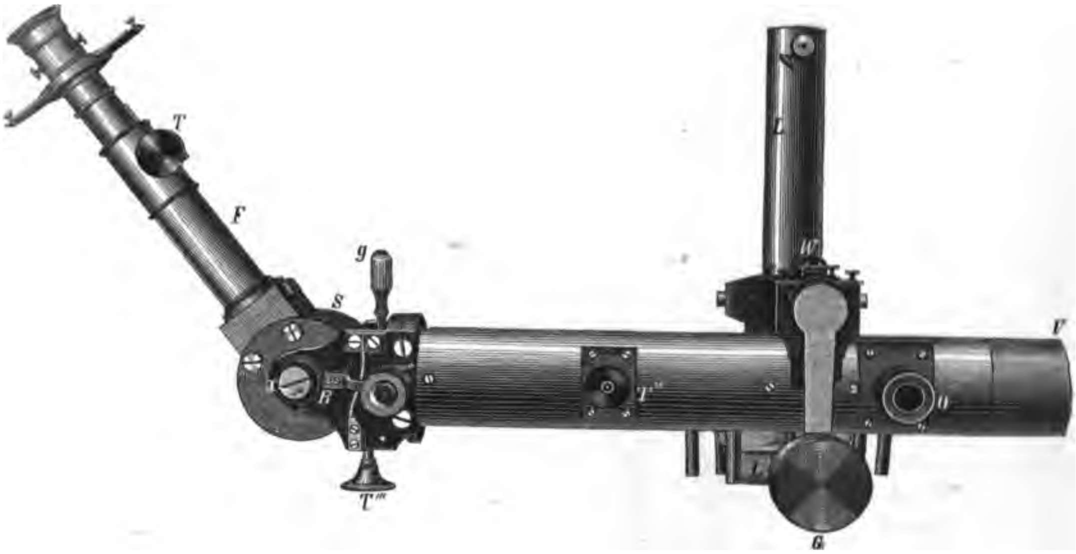


Fig. 210.

und Reflexionsprisma *r'''* (Fig. 209). Dieses Okular ist in der Richtung seiner Achse verschiebbar. Man schiebt es ein, stellt den zu beobachtenden Stern ein und zieht es dann zurück. Das Bild des Sterns fällt dann auf die freie Hälfte des Spaltes.

Das Fernrohr ruht in einem Zapfenlager *B* (Fig. 210), das mit dem Kollimator fest verbunden ist, und ist um die Achse *x* drehbar. Die Drehung erfolgt mittels des Triebes *T'''*, der in das gezahnte Rad *S* eingreift, und kann an einem auf *S* angebrachten getheilten Kreise mit Hülfe einer Lupe abgelesen werden. *G* ist ein Gegengewicht, *W* eine Wasserwage.

Der Apparat ist am astrophysikalischen Observatorium in Potsdam in Gebrauch. Damit ausgeführte Messungen finden sich in den spektralphotometrischen Untersuchungen von H. C. Vogel (vergl. Monatsber. der Akad. der Wiss. zu Berlin 1879).

Ausserdem war in der Ausstellung vorhanden: *b*) ein Sternspektralapparat nach Zöllner, der in Carl's Repertorium beschrieben ist,

c) ein kleiner Sternspektralapparat nach H. C. Vogel. Dieser Apparat ist in Fig. 211 im Durchschnitt dargestellt. Er besteht aus

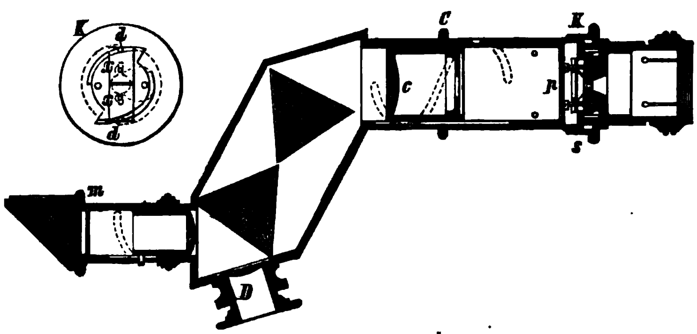


Fig. 211 (½ natürl. Gr.).

2 Prismen *P* von 60°, dem Kollimator *C* mit dem Spalt *s*, der nach Art des Spalts der Browning'schen Taschenspektroskope durch Drehung des umschliessenden Kopfes *K* geöffnet und geschlossen werden kann. (Diese Schliessvorrichtung ist in Fig. 211 in einer Detailzeichnung dargestellt) *c* ist die Kollimatorlinse. Ein Fernrohr fehlt; statt dessen ist eine Zylinderlinse *D* eingesetzt, welche das lineare Spektrum verbreitert. Zur Lagenbestimmung ist eine Skale bei *m* angebracht, welche durch Lampenlicht erleuchtet wird, dessen Strahlen durch das Spiegelprisma *A* auf die Skale geworfen werden. Der Apparat wird mit der Schraube *S* an einen Refraktor befestigt.

6. Spektralapparate zu physiologischem Gebrauch.

Hierher gehört das Ophthalmospektroskop von Glan für Untersuchung der Farbenblindheit, konstruirt von Schmidt & Haensch; dieses Instrument gestattet folgende Arbeiten:

a) die Untersuchung der Farbenblindheit mittels einer einzelnen Spektralregion, die äusserlich dem Beobachter durch Gradbogen kenntlich ist.

b) die Vergleichung zweier beliebiger Spektralregionen in beliebiger Intensität.

c) die Beobachtung der Mischfarbe zweier beliebiger Spektralregionen in verschiedener Intensität.

d) die Vergleichung weissen Lichtes verschiedener Intensität mit einfachen Spektral- oder Mischfarben.

Der Apparat (Fig. 212 und Fig. 213) besteht aus einem eisernen Dreifuss *D*, der die feste Tischplatte *B* trägt. Diese trägt das Stativ für das Prisma *P*, das feste Lager *Q* für den Kollimator *C* und ein in Fig. 212 durch das Prisma verdecktes Säulchen, auf welchem das Rohr S_2 drehbar befestigt ist. Das Fernrohr *F* sitzt an einem Träger *R*, der an dem um die senkrechte Hauptachse des Instruments drehbaren Arm *T* befestigt ist. Bei *T* befindet sich auf der Basis *B* ein Stück einer Kreistheilung, um die Lage des Fernrohrs bestimmen zu können. Die feinere Einstellung des letzteren wird durch die Schraube *u* bewirkt, nachdem die Schraube *q* angezogen ist; die Blende *H* im Fernrohrokular entspricht der im Glan'schen Photometer befindlichen (S. 390).



Fig. 212 (1/4 natürl. Gr.).

C ist das Kollimatorrohr mit dem Helmholtz'schen Doppelspalt. Der obere Spalt kann durch einen Hebel *h* (Fig. 214, S. 397), der in einen Zapfen *i* greift, verschoben werden, ähnlich wie dies am Kopf des Vierordt'schen Skalenrohrs, das durch Fig. 214

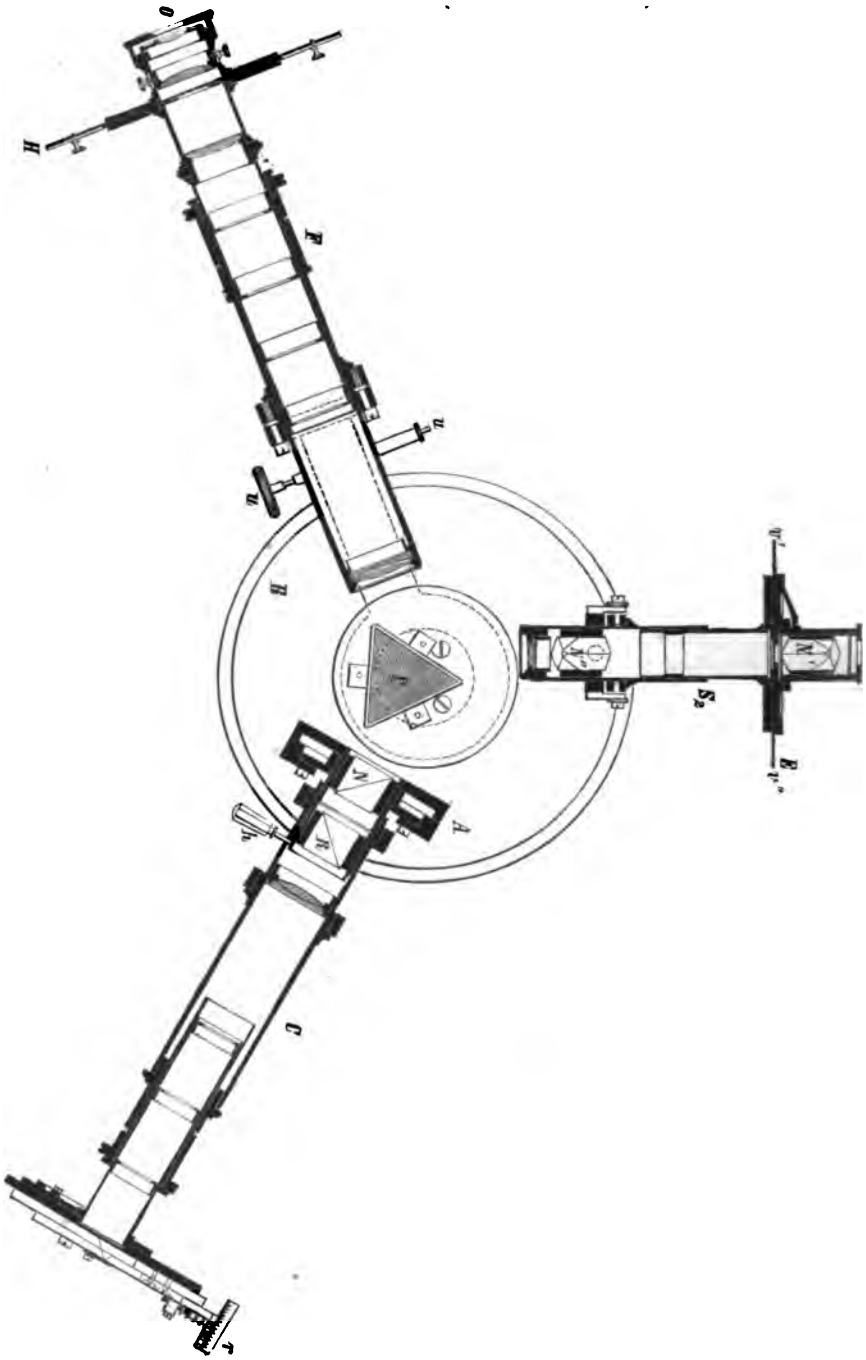


Fig. 218.

dargestellt wird, geschieht. Der Hebel bewegt sich an einem getheilten Kreisbogen *k*, der seine Stellung abzulesen gestattet. Die beiden Schrauben *r* (Fig. 212), deren Köpfe Kreistheilung tragen, gestatten den Spalten eine bestimmte messbare Oeffnung zu geben. Fallen beide Spalte zu-

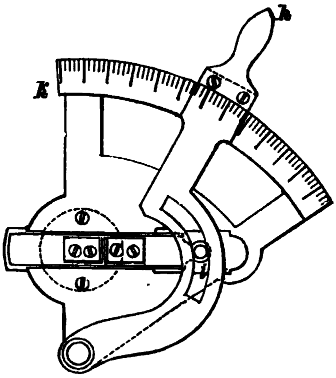


Fig. 214.

sammen, so sieht man ein Spektrum. Durch die Verschiebung des Spaltes verschiebt sich im Bildpunkte des Beobachtungsfernrohrs das untere Spektrum gegen das obere, so dass man verschiedene Farben zur Koinzidenz bringen kann. Durch die Blende *H* am Fernrohr kann man die Breite der zu beobachtenden Farbenfelder beliebig regeln.

Die Kreistheilungen auf *B* und *k* geben dem Beobachter an, welche Farben im Gesichtsfeld des Instrumentes sich befinden, während der zu prüfende Farbenblinde durch das Fernrohr sieht.

Die durch Schrauben stellbaren Bleche *w* (Fig. 212) gestatten die Höhe des Spalts zu verändern. Um aber auch die Helligkeit der Spektren modifiziren zu können, ist am Ende des Kollimators *C* dieselbe Polarisationsvorrichtung angebracht, welche sich am Glan'schen Photometer und an H. C. Vogel's Apparat (S. 392) befindet, nämlich das Rochon'sche Prisma *R* und der Nicol *N* (Fig. 213). *R* ist durch ein Heft *h* drehbar, so dass man dadurch die beiden Spektralbilder theilweise zur Drehung bringen und so Mischfarben erzeugen kann, deren Intensität wiederum durch das Nicol'sche Prisma geändert werden kann. Der Kreis *A* gestattet, wie bei Glan's Photometer, Bestimmung der Intensität der beiden Spektralfelder. Braucht man diese Polarisationsvorrichtung nicht, so kann sie ohne weiteres entfernt werden.

S_2 ist ein Rohr nach Art der Skalenrohre bei gewöhnlichen Spektralapparaten; es enthält aber zwei Nicol'sche Prismen *N'* und *N''* (Fig. 213),

das letztere innerhalb der Röhre, das andere drehbar ausserhalb des mit einer getheilten Kreisscheibe *E* versehenen Auszuges. Mittels zweier kleiner Schieber *v'* und *v''* kann eine beliebig kleine senkrechte Spaltöffnung hergestellt werden, deren Höhe durch zwei andere Schieber *v'''* und *v''''* (Fig. 212) regulirt wird. Aehnlich wie von der Skale bei gewöhnlichen Spektralapparaten, so wird hier von dieser Oeffnung ein objektives mit den Spektrumbildern zusammenfallendes Bild innerhalb des Fernrohrs *F* entworfen, wenn man jene spaltähnliche Oeffnung hell erleuchtet. Die Helligkeit derselben lässt sich durch Drehung des einen äussern Nicols *N'* abschwächen und diese Schwächung durch Ablesung am Kreisbogen *E* (Fig. 213) quantitativ bestimmen. Dadurch giebt man dem zu untersuchenden Farbenblinden Gelegenheit, Spektralfelder oder Mischungen derselben mit weissem Licht verschiedener Intensität vergleichen zu können.

Hierdurch ist die Möglichkeit gegeben zu prüfen, ob eine gewisse Intensität Weiss auf einen Farbenblinden den gleichen Eindruck wie eine Farbenregion oder Mischung macht.

7. Hülfsinstrumente.

Hierher gehört: *a*) Der von R. Fuess konstruirte Heliostat. Auf einer schweren runden Grundplatte von Messing (Fig. 215) mit drei Stellschrauben erhebt sich eine kurze schwach konische Säule *A*, die von einer drehbaren Hülse *H* umschlossen wird. Mit letzterer ist fest verbunden ein kreisförmiger Arm *B*, welcher die zu ihm radial gerichtete Achse *o* des Spiegels *M* trägt. Der Fuss der Säule *A* ist hohl und mit zwei einander gegenüberliegenden Ausschnitten *L* (Lichtöffnungen) versehen, um eine im Hohlraum befindliche Dosenlibelle sichtbar zu machen. Innen ist die Säule *A* konisch ausgebohrt zur Aufnahme eines Zapfens, der Azimuthachse, welche mittels einer Klammer das mit dem Arm *B* konzentrische Kreissegment *D* trägt. Auf *D* befinden sich neben einander zwei konzentrische Gradtheilungen für Polhöhe und für Deklination. Die Stundenachse *x* des Instruments hat in demselben Segment und zwar koinzidirend mit dem 90°-Strich der Theilungen ihre Lagerung so, dass ihre Mittellinie zum Segment selbst radial liegt. Auf die Stundenachse ist ferner eine drehbare und zum Festklemmen eingerichtete Hülse *C* aufgesteckt, deren oberes Ende einen zu ihrer Drehungsachse senkrechten Querstab *c* mit zapfenförmigen Enden trägt; um letztere dreht sich ein Ring *r* (Stab *c* und die darüber liegenden Theile, von oben gesehen, sind über der Hauptfigur besonders dargestellt). Die scharfe Kante der Peripherie von *r* bestreicht die Deklinationtheilung auf *D* und dient als Marke zur Einstellung der Deklination. Ein kleiner auf dem Querstabe *c* befestigter Halbkreis *n*, dessen Theilung von 4 zu 4 Zeitminuten fortschreitet,

ist das Zifferblatt der ebenfalls am Segment D angeschraubten Uhr; der zur Ablesung des Zifferblatts dienende Index a ist am oberen Ende von D befestigt.

In der Verlängerung der Ebene des Ringes r trägt ein mit diesem fest

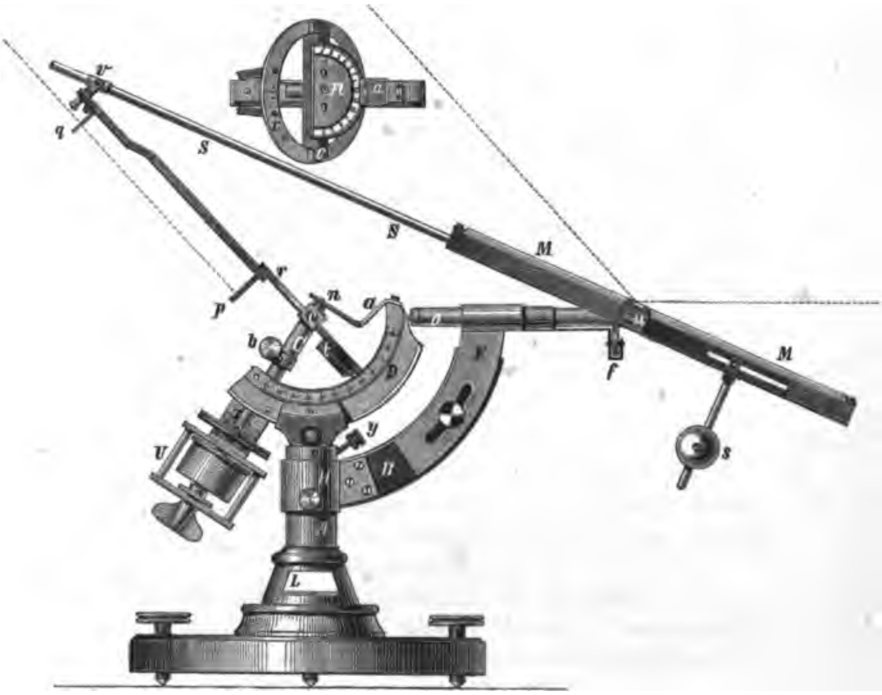


Fig. 215 (¹/₄ natürl. Gr.).

verbundener Arm ein Doppelgelenk v, welches die Führung des Spiegels M an dem von seiner Fassung ausgehenden Stabe S bewirkt. Der Angriffspunkt von v und die der Spiegelfläche parallele Achse u des Spiegels M sind vom Mittelpunkt des Ringes r gleich weit entfernt.

q und p sind Diopter, deren Visirrichtung parallel der Ebene des Ringes r liegt; t ist ein Gegengewicht unterhalb der einen Seite des Ringes r und dient, um diese Vorrichtung zur Einstellung der Deklination so zu balanziren, dass ihr Schwerpunkt in die Stundenachse fällt. f ist eine Friktionsrolle, welche fast die ganze Last des Spiegels M trägt, weil die Konstruktion dieses Theils des Instruments es gestattete, sie sehr nahe dem Schwerpunkt des Spiegels anzubringen. Mit dem Laufgewicht s end-

lich ist es möglich, eine vollkommene Balanzirung des Spiegels in allen Lagen herzustellen.

Die Einstellung des Heliostaten geschieht derart, dass man zuerst mit Hülfe der Dosenlibelle die Grundplatte horizontirt; es wird dann die Azimuthachse senkrecht stehen. Mit Hülfe der Breitengradtheilung auf *D* stellt man hierauf die Breite des Orts, an dem sich das Instrument befindet, ein und klemmt den Bogen *D* fest. Sodann wird die Einstellung der Deklination bewirkt: Auf der innern Zylinderfläche des starken Deklinationsbogens *D* ist eine schwarze Linie eingeschnitten, die mit der Ebene der Gradtheilungen parallel läuft und sich über die ganze Länge des Bogens erstreckt. Mit dieser Linie wird zunächst eine Marke auf der Fläche des zur Einstellung der Deklination dienenden Ringes *r* durch Drehung der Hülse *C* in Koinzidenz gebracht und hierauf die Klemme *b* festgezogen, damit die Ebene des Ringes *r* gegen die Fläche des Deklinationsbogens *D* senkrecht bleibt, weil nur unter dieser Bedingung die richtige Einstellung geschehen kann. Man dreht sodann den Ring *r* um die Achse *c*, bis seine Kante auf die richtige Deklination zeigt, die an der oberen Theilung von *D* abgelesen wird. Zur Vermeidung von Parallaxe benutzt man bei der Einstellung die Fläche des Ringes als Visirebene. Die Deklinationstheilung schreitet von 0,5 zu 0,5 Grad fort, so dass man mit hinreichender Sicherheit etwa ¼ Grad zu schätzen und einzustellen vermag.

Die ganze von der Stundenachse *x* getragene Vorrichtung zur Deklinationseinstellung bedarf keiner weiteren Befestigung; es reicht die Friktion in den Zapfenlagern vollkommen aus, um sie in ihrer Lage zu erhalten, wenn das Instrument in Thätigkeit ist.

Es erfolgt nun die Einstellung der Zeit mittels des Zifferblattes *n*: Hierzu muss die Klemmschraube *b* noch einmal gelöst werden. Nach der Zeiteinstellung dreht man die Azimuthachse des Heliostaten so lange, bis der Sonnenstrahl durch die kleine Oeffnung des Diopters *q* auf die durch eine Marke bezeichnete Mitte der Auffangeplatte *p* fällt, und stellt die Azimuthachse durch die Schraube *y* fest; die Stundenachse *x* liegt nunmehr parallel der Erdachse und der reflektirte Strahl wird seine Anfangsrichtung beibehalten. Es bedarf jetzt nur noch der Leitung des reflektirten Strahls nach der vom Beobachter gewünschten Richtung, was durch Drehung der die Säule *A* umschliessenden Hülse *H* mit dem Bogenarm *B* des Spiegels und durch entsprechende Neigung oder Hebung des letzteren mittels des Bogenstücks *F* geschehen kann.

Dieser Heliostat hat mit dem bekannten Silbermann'schen das gemein, dass beide Universalinstrumente, d. h. anwendbar sind von ungefähr 65° nördlicher Breite bis zum gleichen Breitengrade südlich des Aequators. Beide haben vor dem ebenfalls bekannten Foucault'schen Instrument den Vorzug, nicht auf horizontal reflektirte Strahlen beschränkt zu sein, ihre Konstruktion gestattet vielmehr erheblich von dieser Richtung ab-

weichen zu können. Der Vorzug des neuen Instruments vor dem Silbermann'schen besteht aber 1) in der sicheren, kompakteren und einfacheren Konstruktion, die besonders durch die Benutzung eines einzigen Kreisbogens für die Theilungen der Deklination und Breite einen ganz charakteristischen Ausdruck erhält, 2) in der Möglichkeit bei einem verhältnissmässig kleinen Instrument einen Spiegel von sehr bedeutender Grösse anwenden zu können, dessen Gleichgewichtslage ausserdem so vollkommen adjustirt werden kann, dass selbst ein sehr schwaches Uhrwerk denselben zu treiben vermag.

Eine schematische Darstellung des Konstruktionsprinzips des Fuess'schen Heliostaten ist in Fig. 216 gegeben. *a* stellt hier die Azimuthachse,

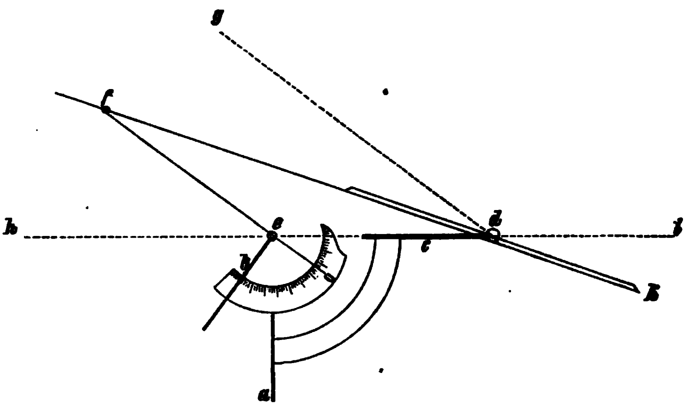


Fig. 216.

b die Stundenachse, *c* die horizontal gedachte Spiegelachse dar. Die Ebene des Papiers sei die Meridianebene und die Achsen *d*, *e*, *f* auf dieser Ebene senkrecht gedacht (Mittagsstellung bei horizontal reflektirtem Strahl). Entfernung $e\,d = e\,f$ als Schenkel eines gleichschenkligen Dreiecks mit der Grundlinie $f\,d$ (Lage des Spiegels). $\measuredangle\, f\,e\,h$ (Deklinationswinkel) $= \measuredangle\, g\,d\,h$, da $f\,e$ dem einfallenden Strahl parallel gestellt ist und demselben bei der Drehung durch das Uhrwerk auch parallel bleibt. Da nun $\measuredangle\, f\,d\,h = \frac{1}{2} \measuredangle\, f\,e\,h$, so ist auch $\measuredangle\, g\,d\,f = \frac{1}{2} \measuredangle\, f\,e\,h$. Ausserdem ist aber $\measuredangle\, g\,d\,f = \measuredangle\, i\,d\,k$, da $g\,d\,f$ der Einfallwinkel des Strahles $g\,d$ und $i\,d\,k$ sein Reflexionswinkel ist.

Aus der Gleichheit der beiden Winkel $f\,d\,h$ und $i\,d\,k$ ergiebt sich aber ihr Charakter als Scheitelwinkel, und der reflektirte Strahl fällt demnach stets mit der Richtung der Spiegelachse $c\,d$ zusammen.

Hierher gehört: *b*) Johnston's Heliostat konstruirt von Schmidt & Haensch. Dieser Heliostat (Fig. 217) hat mit dem vorhergehenden im Prinzip mancherlei Aehnlichkeiten. Die Hauptachse *A* sitzt jedoch nicht an der Uhr selbst, sondern ist durch eine Schnur *m*, die um eine Riemen

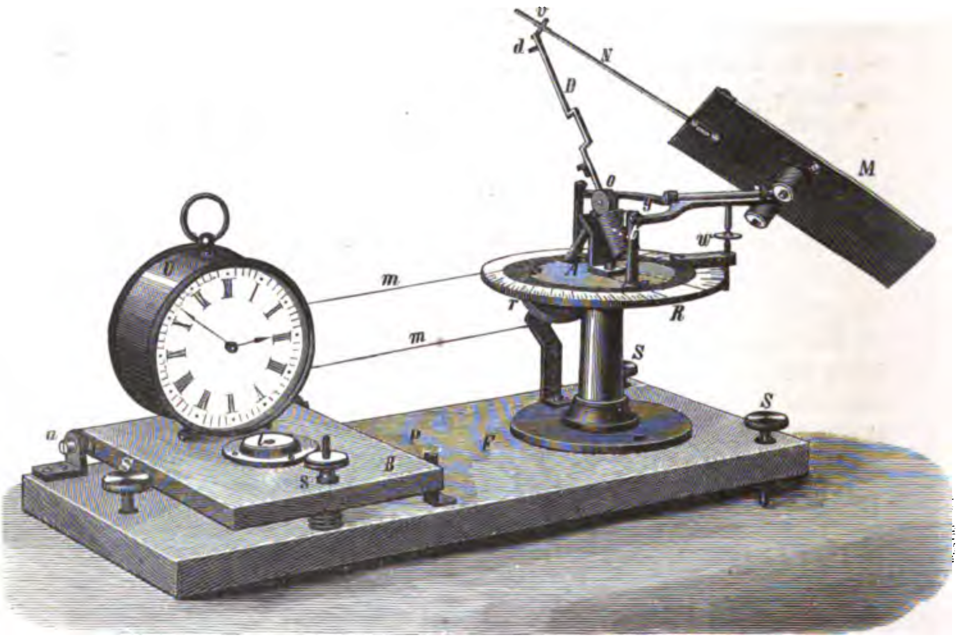


Fig. 217 (1/4 natürl. Gr.).

scheibe *r* läuft, mit der Uhr verbunden. Der Spiegel *M* ruht mit seiner Achse *g* in einer um die Horizontalachse *t* drehbaren Gabel, die mittels der Stellschraube *w* gehoben und gesenkt werden kann. Die Achse *t* und die Schraube *w* werden von einem um die Hauptachse *A* drehbaren Ring *R* getragen.

Das Instrument ist für die Breite von 50° konstruirt, ist aber auch in nahegelegenen höheren und niederen Breiten brauchbar. Will man es in solchen benutzen, so verstellt man die Basis *B* der Uhr mittels der Schraube *s* und mit Hülfe des Gradbogens *P* um diejenige Winkelgrösse, um welche die Breite des Ortes von 50° abweicht, stellt nachher mittels der am Hauptgrundbrett *F* angebrachten Schrauben *S* und der Libelle *l* das Instrument horizontal und zwar so, dass die Hauptachse des Instruments in die Meridianebene fällt. Dem Spiegel *M* lässt sich durch Drehung des Ringes *R* und mit Hülfe der Schraube *w* nach Einstellung des Diopters *d* jede konvenirende Richtung geben.

Die ophthalmologischen Apparate.

BERICHTERSTATTER:
Dr. J. Hirschberg, Prof. an der Universität zu Berlin.

Es war natürlich, dass die „berliner Schule" der Augenheilkunde, als deren Hauptvertreter Albrecht von Graefe noch lange genannt werden wird, einerseits aus dem Bestehen eines tüchtigen Stammes berliner Optiker und Mechaniker erhebliche Vortheile zog, andererseits durch eigene geistige Arbeit, durch Erfindung neuer und Verbesserung bekannter Instrumente den ausführenden Optikern bedeutsame Anregung zu stetiger Vervollkommnung angedeihen liess. Das erfreuliche Ergebniss des Zusammenwirkens strebsamer, physikalisch geschulter Ophthalmologen und leistungsfähiger, intelligenter Optiker auf dem gemeinschaftlichen Arbeitsgebiet trat auf der Berliner Gewerbeausstellung von 1879 deutlich zu Tage. Alle für die ophthalmologische Wissenschaft und Praxis nöthigen Apparate werden in Berlin in durchaus mustergültiger Weise angefertigt, — zu Preisen, welche gegenüber denen der anderen Weltstädte als sehr bescheiden, ja vielfach als erheblich billiger bezeichnet werden können; nirgends kann man sicherer als in Berlin auf eine rasche und geschickte Ausführung neu angegebener Apparate rechnen.

Wenn man berücksichtigt, dass die Erfindung des Augenspiegels durch unseren Helmholtz (1851) die Geschichte der Augenheilkunde in 2 Abschnitte getheilt hat, deren letzterer als die ophthalmoskopische Aera bezeichnet werden kann, so wird man begreifen, dass wir unsere Erörterung mit der Darstellung des **Augenspiegels** zu beginnen haben, um so mehr, als eine der ausstellenden Firmen, die von P. Dörffel, eine im Laufe von Jahren auf Anregung des Referenten selbstgefertigte vollständige Reihe von Augenspiegeln ausgestellt hatte, welche die historische Entwickelung dieses wichtigen Instrumentes von 1851 an bis auf unsere Tage klar hervortreten liess.

Da bei den Lesern dieses Berichtes eine Kenntniss von der Wirkung des Augenspiegels im allgemeinen nicht vorausgesetzt werden kann, so

scheint es erspriesslich, der Beschreibung der Apparate eine ganz kurze und elementare Auseinandersetzung über die Theorie des Gegenstandes voraufzuschicken.

So lange Menschen einander in die Augen geschaut, fand jeder die Pupille[1]) des anderen schwarz. Ueber die Ursache dieser Pupillenschwärze machte man sich entweder gar keine Gedanken oder falsche. Bis in die Mitte unseres Jahrhunderts galt als Axiom die irrige Ansicht, es sei die Pupille nur deshalb schwarz, weil das von aussen durch dieselbe in's Augeninnere dringende Licht von dem schwarzen Pigment der Umhüllungshäute des Augapfels vollkommen verschluckt werde. Dem analytischen Scharfsinn von Helmholtz war es vorbehalten, im Jahre 1851 die wahre Ursache der Pupillenschwärze in den eigenthümlichen Brechungsverhältnissen des Auges zu entdecken und, nachdem er die Ursache richtig erkannt, auch sofort den dunklen Schleier zu heben, welcher Jahrtausende lang auf der Pupille gelastet, und uns einen Einblick in das Innere des lebenden Auges zu gewähren, wie wir ihn bei keinem anderen Organ des lebenden menschlichen Körpers besitzen.

Die von Helmholtz gegebene Theorie des Augenspiegels hat bis heute keine wesentliche Aenderung erfahren, nur Zusätze hinsichtlich der seitdem genauer erkannten Brechungsverhältnisse des menschlichen Auges und natürlich eine ausgiebige Anwendung auf krankhafte Zustände.

In jedem zentrirten System brechender kugliger Flächen, welches die von einem leuchtenden Punkt des Objektes ausfahrenden Lichtstrahlen wieder in einem Punkt des dem Objekt geometrisch ähnlichen Bildes vereinigt, können und werden die Lichtstrahlen genau auf denselben Bahnen, auf denen sie von dem leuchtenden Punkt zu dessen Bilde gegangen sind, auch rückwärts von dem Bildpunkt zu dem Objektpunkt zurückkehren. Bringt man das Objekt an den Ort des Bildes, so wird jetzt das Bild an dem früheren Ort des Objektes entworfen. Dies ist das Gesetz der Reziprozität zwischen einfallendem und gebrochenem Strahl oder, spezieller ausgedrückt, das Gesetz der konjugirten Bildweiten und Bildgrössen bei dioptrischen Systemen zentrirter Kugelflächen.

Es sei ein menschliches Auge für eine kleine leuchtende Fläche genau akkommodirt, also ein scharfes umgekehrtes Bild dieser Fläche auf der Netzhaut des Auges entworfen. Wir betrachten jetzt diese erleuchtete Netzhautstelle als lichtaussendendes Objekt. Dies ist zulässig, da die Netzhaut undurchsichtige Theile (Blutgefässe, Sehnervenscheibe) enthält und an ihrer Hinterfläche von einer undurchsichtigen, nicht spiegelnden Schicht (Pigmentepithel, Aderhaut, Lederhaut) bedeckt ist, so dass ein Theil des einfallenden Lichtes diffus, d. h. nach allen Richtungen zurückgeworfen werden muss. Mittels dieses zurückkehrenden Lichtes wird der brechende

[1]) Das in der Mitte des Auges sichtbare Sehloch.

Apparat des Auges von der erleuchteten Netzhautstelle ein Bild entwerfen, welches räumlich genau mit der ursprünglich leuchtenden Fläche zusammenfällt. Alles Licht, welches von der beleuchteten Netzhautstelle aus dem Auge zurückkehrt, wird ausserhalb des Auges direkt zu der leuchtenden Fläche zurückgehen und nicht neben ihr vorbei wandern.

Was hat ein Beobachter zu thun, um von diesem zurückkehrenden Lichte etwas aufzufangen? Er muss sein Auge einschieben zwischen die Lichtquelle und das beobachtete Auge. In demselben Augenblick aber wird, da der Kopf des Untersuchers undurchsichtig ist, der Einfall des Lichtes in das zu untersuchende Auge völlig aufgehoben; es kann aus dem letzteren also kein Licht zurückkehren.

Ist andererseits das Auge des Untersuchten für die Pupille des Beobachters akkommodirt, wird also ein scharfbegrenztes dunkles Bild der Pupille des Beobachters auf der Netzhaut des untersuchten Auges entworfen, so muss der dioptrische Apparat des letzteren ein Bild dieser dunklen Stelle der Netzhaut gerade auf die Pupille des Beobachters werfen. Der Beobachter wird den Wiederschein seiner eigenen schwarzen Pupille in der fremden schauen. Soll uns also eine Netzhautstelle des beobachteten Auges durch die Pupille hell leuchtend erscheinen, so ist eine Bedingung erforderlich und ausreichend: es müssen auf dieser Netzhautstelle des untersuchten Auges die von den brechenden Medien des letzteren entworfenen Bilder einer Lichtquelle und der Pupille des Beobachters sich decken oder, wie man dasselbe mit anderen Worten ausdrücken kann, in Richtung derjenigen geraden Linie, welche die Pupillenmitte des Untersuchten mit der des Beobachters verbindet, muss Licht in das untersuchte Auge geworfen werden. Hierzu genügt aber ein kleines Stückchen von unbelegtem Spiegelglas. Mit anderen bedeutenden Erfindungen hat die des Augenspiegels das gemein, dass Grosses mit einfachen Mitteln geleistet wird.

Der Grundversuch von Helmholtz gestaltet sich also folgendermassen: Zwischen dem beobachtenden Auge A und dem untersuchten a (Fig. 218) befindet sich eine schräg gestellte Planglasplatte S, ein unbelegter Spiegel, welcher nach dem Reflexionsgesetze das von der Flamme L herkommende Licht gegen die Pupille des untersuchten Auges reflektirt und zwar derart, als käme es direkt von l, dem Spiegelbild von L. Somit entsteht auf der Netzhaut des untersuchten Auges ein mehr oder minder scharfes Bild der Lichtflamme, also eine beleuchtete Fläche. Die von dieser zurückkommenden Strahlen gehen, sowie sie das untersuchte Auge verlassen haben, in der Richtung auf l. Auf diesem Wege treffen sie die spiegelnde Platte S, wo ein Theil dieser Strahlen nach dem objektiven Lichte L zurückgeworfen wird, während ein anderer Theil hindurchtritt und in das Auge des Beobachters A gelangt. Dieser sieht die Pupille des untersuchten Auges röthlich leuchten und kann — unter Umständen sofort, meist aber erst

nach passender Korrektion seines eigenen Auges durch entsprechende Gläser — auch die Einzelheiten des untersuchten Augengrundes scharf erkennen.

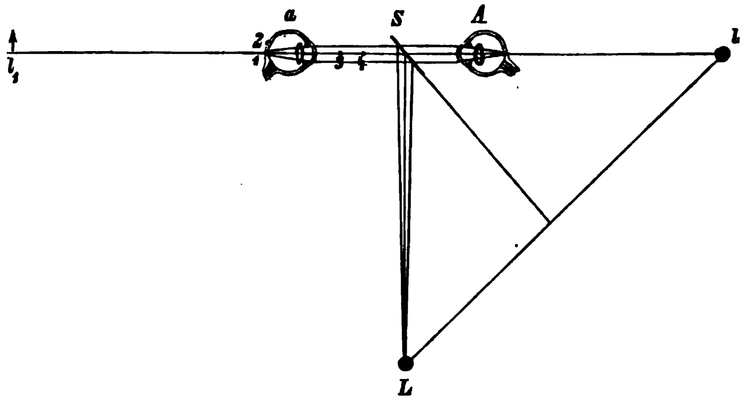


Fig. 218.

Um nur ein Beispiel zu behandeln, wollen wir annehmen, dass *a* für die Entfernung *al* eingerichtet, also kurzsichtig, *A* aber für unendlich ferne Gegenstände, d. h. für parallele homozentrische Strahlenbündel eingerichtet, also normalsichtig ist. Dann muss vor *A* (zwischen *A* und *S*) ein konkaves Brillenglas angebracht werden von der Brennweite *Al*; dieses wird das nach *l* hin konvergirend aus *a* heraustretende Strahlenbündel so zerstreuen, dass es als paralleles Bündel auf *A* fällt. Es ist klar, dass eine vollständige Kollektion von Brillengläsern nöthig ist, um jeden Fall zu beherrschen und um den Augenspiegel zu einem objektiven Refraktionsmesser zu gestalten. Es ist ferner klar, dass in dem gewählten Beispiel das Bild der untersuchten Netzhaut ein aufrechtes ist. Denn um von der Fixation des Punktes 1 zu der des darüber gelegenen Punktes 2 überzugehen, muss *A* die Blickachse heben.

Die zweite Methode der Ophthalmoskopie liefert ein umgekehrtes Bild. Man bringt dicht vor *a* eine starke Konvexlinse von 1½ bis 3 Zoll Brennweite an, etwa in 3; diese liefert ein Bild, welches in Beziehung auf die erleuchtete Netzhautstelle $\widehat{12}$ verkehrt ist und etwa in 4 liegt, gleichgültig, ob *a* für *l* eingerichtet (kurzsichtig), oder für l_1 eingerichtet (übersichtig) oder für parallele Strahlenbündel, d. i. für sehr ferne Gegenstände eingerichtet, also normalsichtig ist. Die Normalsichtigkeit (Emmetropie) kann als Grenzfall, sei es der Kurz-, sei es der Uebersichtigkeit aufgefasst werden und muss entstehen, wenn *l* (oder l_1) sehr weit von *a* abrückt.

Gerade so wie es zwei Methoden der Untersuchung giebt, sind auch zwei Methoden der Beleuchtung möglich. Bei der beschriebenen Art der Be-

leuchtung, wie eine unbelegte Planglasplatte oder (in dem ursprünglichen Augenspiegel von Helmholtz) ein Satz von 2, 3 oder 4 solchen schräggestellten Planglasplatten sie liefert, wird gewissermassen jedes unendlich dünne Strahlenbündel des aus dem erleuchteten Auge zurückkehrenden Lichtes in zwei Theile gespalten, von denen der eine zur Lichtquelle, der andere zur Pupille des Beobachters weiter geht. Man kann aber auch jedes ganze, von einem Punkt der erleuchteten Netzhautstelle zurückkehrende homozentrische Strahlenbündel in zwei kleinere von endlichem Breitendurchmesser zerspalten, von denen das eine zur Pupille des Beobachters, das andere zur Lichtquelle gelangt. Dies erzielt man nach Rüte (1852) mittels metallischer, in der Mitte vor der Pupille von *A* mit einer kleinen Durchbohrung versehener Spiegel, mögen dieselben konkav, wie für das umgekehrte Bild erforderlich, oder plan, wie für das aufrechte ausreichend, mögen sie aus belegtem Glas oder aus Stahl oder aus Spiegelmetall bestehen.

Wir gehen nunmehr dazu über, die historische Reihe der Augenspiegel, wie sie Dörffel ausgestellt hatte, zu erörtern und schliessen daran die Beschreibung neuer, eigenthümlicher Augenspiegel, wie sie von anderen Optikern, namentlich von Sydow, ausgestellt wurden.

Das ursprüngliche Modell[1]) von Helmholtz (1851) ist nicht blos ehrwürdig wegen seines Alters und Verdienstes, sondern auch in optischer Hinsicht so vollendet, dass es sehr erwünscht gewesen wäre, wenn alle Konstrukteure der neuesten Modelle diesen Apparat mehr vor Augen gehabt hätten. Der aus einfachen, unbelegten Planglasplatten (meist 3 oder 4) bestehende Spiegel ist schräg gestellt, so dass die Sehachse des Untersuchers mit der Hauptachse der Korrektionsgläser zusammenfällt.

Die letzteren sind zwar bescheiden an Zahl[2]), aber gut gearbeitet, gross, sicher in einem kurzen Tubus mit entsprechender Blendung zu fixiren; das untersuchende Auge ist durch ein kelchartiges Ansatzstück an der Hinterseite des Instrumentes sehr gut gegen Seitenlicht geschützt.

In anderen vom Mechaniker Rekoss zu Königsberg (1852) zuerst verfertigten Exemplaren des Helmholtz'schen Augenspiegels sind auf 2 übereinander drehbaren Scheiben die Korrektionsgläser, 8 an der Zahl, befestigt[3]).

Trotz der in physikalischer Hinsicht vollendeten Konstruktion des Helmholtz'schen Spiegels, den noch jetzt jeder geübte Beobachter mit Vortheil verwenden kann, fanden im Beginn der ophthalmoskopischen Aera, als die Technik der Untersuchung noch nicht ausgebildet worden, die Aerzte meist

---

[1]) Vergl. des Refer. Artikel in der deutschen Zeitsch. f. prakt. Med. 1877 No. 32 u. 33.

[2]) Natürlich kann die Zahl der beigegebenen Gläser vergrössert oder der Apparat so eingerichtet werden, dass jedes Glas des gewöhnlichen Brillenkastens hineinpasst.

[3]) Der erste Augenspiegel von Follin ist ein Helmholtz'scher auf einem Stativ, der zweite eine geringe Modifikation des „grossen Liebreich" (S. 409).

so erhebliche Schwierigkeiten bei der Handhabung des genannten Apparates, dass sie die Erfindung von Rüte's Augenspiegel (1852) mit Freuden begrüssten. Rüte's Spiegel besteht aus einem durchbohrten Konkavspiegel, der auf einer vertikalen Säule befestigt ist. Von derselben gehen 2 drehbare horizontale Arme aus, auf denen mittels vertikaler Stangen einerseits ein Gestell für konkave oder konvexe Gläser befestigt ist, andererseits ein Metallschirm zur Abblendung des Seitenlichts. Das Rüte'sche Stativ war von Holz; das nach des Refer. Angabe von Dörffel gearbeitete Modell ist ganz in Messing ausgeführt und für das umgekehrte Netzhautbild mit einer breiten Konvexlinie von 3 Zoll Brennweite versehen.

Rüte's Apparat ist ein stabiler Augenspiegel und wegen seiner Einfachheit und Uebersichtlichkeit und relativen Billigkeit vor ähnlichen Instrumenten, die im Laufe der Zeit vielfach konstruirt worden, vortheilhaft ausgezeichnet. Der bekannteste stabile Augenspiegel ist der grosse von Liebreich (1861), der neueste der von Engelhardt (1878).

Stabile Augenspiegel[1]) haben zur Zeit keinen heuristischen, sondern hauptsächlich nur einen pädagogischen Werth. Da das zu untersuchende Objekt, der Hintergrund des Auges, sowohl in der augenärztlichen Praxis, wie auch meistens beim Thierexperiment, beweglich ist, muss der Beobachter mit seinem Instrument auch jenen Bewegungen bequem folgen können, d. h. der Augenspiegel muss portativ sein. Höchstens bei gut befestigten Thieren oder bei sehr ruhigen Menschen mit weiter Pupille würde der stabile Augenspiegel annähernd gleichwerthig sein. Ist aber der letztere einmal für ein einigermassen ruhiges Objekt eingestellt, so kann allerdings auch der Ungeübte leicht beobachten, namentlich im umgekehrten Bild, wenn der Durchmesser der Konvexlinse relativ gross ist. Ferner ist eine Messung der Grösse des objektiven Bildes von einzelnen Netzhauttheilen, z. B. dem Sehnervenquerschnitt, möglich und zwar in doppelter Weise mit dem Rüte'schen Instrumente. Erstlich haben wir zwischen der Konvexlinse und dem Konkavspiegel einen Träger mit einem Objektivmikrometer, nämlich eine dünne Planglasplatte mit Millimetertheilung, angebracht, welche jedesmal an den Ort des reellen umgekehrten Luftbildes der Netzhaut geschoben wird. Hierdurch ist, da beide horizontale Stangen Millimetertheilung besitzen, gleichzeitig die Refraktion (R), d. h. die Fernpunktsdistanz des untersuchten Auges mit einiger Annäherung festgestellt, da R jenen Abstand zwischen Konvexglas und Netzhautbild beherrscht. Ebenso gut kann aber auf dem horizontalen Stativ des Instrumentes hinter der Stange, welche den Spiegel trägt, eine Millimeterskale angebracht werden und hinter dem Loch des konkaven Reflektors ein kleiner schräggestellter Planspiegel (Planglasplatte), wodurch ein virtuelles Spiegelbild der Skale in der Ebene des reellen Netzhautbildes entworfen

[1]) Vgl. der Refer. Artikel im Centralbl. f. pr. Augenheilk. Juni 1879.

wird. Diese Einrichtung rührt schon von Rüte her (1852). Damit aber diese Art der Mikrometrie für jeden Untersucher und jeden Untersuchten an demselben Exemplar des Spiegels ausführbar sei, müsste auch oberhalb der Skale ein an einer Stange bewegliches Lupenglas angebracht werden, welches dem Bilde der Skale in jedem Fall die gewünschte Entfernung von dem Planspiegelchen verleiht.

Der Augenspiegel von Coccius in Leipzig (1853), den wir auch in der von Gräfeschen Klinik vielfach benutzten, besteht aus einem kleinen durchbohrten belegten Planspiegel an einfachem Handgriff und einer seitlich an diesem befestigten konvexen Beleuchtungslinse. Für das umgekehrte Bild wird ein Konvexglas von 2 bis 3 Zoll Brennweite dem untersuchten Auge freihändig vorgehalten. Für das aufrechte Bild werden Korrektionsgläser (auf kleinen verschiebbaren Rähmchen) hinter dem Spiegelloch angebracht. Der Beobachter kann auch bei diesem Apparat nahezu senkrecht durch die Korrektionsgläser blicken und scharfe Netzhautbilder gewinnen. Neuerdings hat Coccius sehr kompendiöse Ausgaben seines Spiegels veranstaltet. Er benutzt auch zur Refraktionsmessung folgende Vorrichtung: Eine Lampenflamme mit Konvexglas entsendet ein nahezu paralleles Strahlenbündel, welches ein grobes Stabgitter (Cannevas) passirt, dann auf den kleinen Planspiegel fällt und in das untersuchte Auge geworfen wird. Ist das letztere für parallele Strahlenbündel eingerichtet, so erscheint das Schattenbild des Gitters auf der Netzhaut scharf gezeichnet. Ist das untersuchte Auge aber für divergente oder konvergente Strahlenbündel eingerichtet, so wird es durch passende, ihm dicht vorgehaltene konkave bezw. konvexe Gläser korrigirt. Die Gläser sind auf streifenförmigen Rahmen befestigt.

Der Augenspiegel von Epkens - Donders ist stabil, hat gleichfalls eine konvexe Beleuchtungslinse, einen durchbohrten Planspiegel und Rekoss'sche Scheiben mit Korrektionsgläsern für das aufrechte Bild; ausserdem besitzt er ein Objektivmikrometer, nämlich zwei gegeneinander gerichtete, bewegliche Metallspitzen, deren Schatten auf der untersuchten Netzhaut sichtbar sind.

Studirende und praktische Aerzte haben bisher bei uns und auch auswärts hauptsächlich einen kleinen portativen Spiegel angewendet, der in den Kursen der von Graefe'schen Klinik üblich war und gewöhnlich als „kleiner Liebreich" bezeichnet wird. Es ist ein durchbohrter belegter Konkavspiegel mit zwei verschiedenen Konvexlinsen für das umgekehrte Bild (von 2 bezw. 3 Zoll Brennweite). Für diesen Zweck sind die Spiegel sehr brauchbar und den Anfängern wegen ihrer Billigkeit besonders zu empfehlen. Schwieriger ist es aber, damit in jedem Fall das aufrechte Bild in voller Schärfe zu gewinnen. Zunächst ist die Zahl der beigegebenen Korrektionsgläser zu gering; gewöhnlich sind es 5, nämlich + 10, — 6, — 8, — 10, — 12 (in Zollmaass). Wir würden empfehlen lieber +20, +10; —20, —12, —10, —8, —6, —4 beizugeben, eventuell noch +40, —40 und —3, wodurch sich der Preis

dieses Schulapparates nur wenig erhöhen würde. Die kleinen Korrektionsgläser für das aufrechte Bild werden in einer Gabel hinter der Durchbohrung des Konkavspiegels angebracht. Das Scharniergelenk der Gabel soll immer einen gewissen Grad von Reibung besitzen, so dass die Gabel mit dem Korrektionsglas in jeder beliebigen Neigung gegen die Spiegelfläche festgestellt werden kann. Ist dies nicht der Fall, klappt die Gabel gleich zurück, so dass die Hauptebene des Korrektionsglases und die des Beleuchtungsspiegels einander nahezu parallel stehen, so muss der Untersucher zur passenden Beleuchtung der untersuchten Pupille den Spiegel schräg stellen und also auch in schiefer Richtung durch die Gläser schauen. Das Netzhautbild wird hierbei astigmatisch verzerrt, Messung der Refraktion ist unmöglich und ein grosser Theil des einfallenden Lichtes wird, namentlich wenn scharfe Konkavgläser zur Korrektion erforderlich sind, seitlich reflektirt und geht dem Untersucher verloren. Alle diese Uebelstände sind bei den in den Händen der Studirenden befindlichen Spiegeln häufig vorhanden und lassen sich doch leicht vermeiden. Grosse Sorgfalt muss auch darauf verwendet werden, dass der Spiegel nicht zu dick und die kanalartige Durchbohrung (von 2,5 bis 3 mm Breite) gut geschwärzt ist, damit nicht das untersuchende Auge durch störende Reflexe (Katakaustiken von der dem Lichte zugewendeten Seite der kanalartigen Durchbohrung) in der scharfen Auffassung des Netzhautbildes behindert werde.

Gewöhnlich wird bei uns diesen Spiegeln eine kurze Beschreibung beigefügt, die wir (mit einigen Verbesserungen) hier reproduziren wollen:

„Bei der Untersuchung mittels dieses Augenspiegels stelle man die Lampe im dunklen Zimmer zur Seite hinter den Patienten. Den Hohlspiegel, welcher zur Beleuchtung dient, halte man gegen den Supraorbitalrand des eigenen Auges, um ihm eine feste Stütze zu geben, so dass man durch die durchgebohrte Oeffnung das Auge des Patienten sieht und wende den Spiegel, bis das reflektirte Lampenlicht das untersuchte Auge trifft. Hierauf halte man eine der beiden grösseren Linsen von 2 bezw. 3 Zoll Brennweite vor das Auge des Patienten (ungefähr 2 bezw. 3 Zoll vor der Iris derselben) und nähere oder entferne sich von der Linse soweit mit dem eigenen Auge, bei unverrückter Haltung des Kopfes und Spiegels, bis man das umgekehrte Bild der Retina vor der Linse erblickt.

Die kleinen Linsen dienen zur Betrachtung des aufrechten Netzhautbildes. Es wird, je nach dem Bedürfniss, eine derselben in den Halbring eingesetzt. Je mehr das Auge des Patienten myopisch ist, desto schärfer muss die konkave Linse sein. Falls das Auge des Beobachters selbst myopisch ist, muss er auch ein korrigirendes Brillenglas aufsetzen oder nach dem Grade seiner eigenen Myopie das Korrektionsglas hinter der Durchbohrung verschärfen. Ein Emmetrop kann das aufrechte Netzhautbild eines Emmetropen ohne weiteres Korrektionsglas sehen, bedarf aber für das eines Hypermetropen eines konvexen Korrektionsglases, das um so schärfer

sein muss, je höher der Grad der Hypermetropie des untersuchten Auges ist. Für die Untersuchung des aufrechten Bildes muss die Lampenflamme in gleicher Höhe mit dem untersuchten Auge seitlich stehen und der Untersucher sich bis auf etwa 1 bis 1½ Zoll demselben annähern."

Die sogenannten „Liebreich'schen Augenspiegel" werden in Berlin im grossen hergestellt, sowohl für den einheimischen Bedarf wie auch für die Ausfuhr. Besonders zierlich sind die kleinen Westentaschenmodelle im Etui oder im Portemonnaie.

Weit weniger zu empfehlen ist der ähnliche sogenannte Nachet'sche Spiegel, (Fig. 219), der zwar äusserlich eleganter aussieht, auch theurer ist,



Fig. 219.

aber für das aufrechte Bild fast unbrauchbar erscheint, weil die Korrektionsgläser (4 an der Zahl) auf einer Drehscheibe fest hinter dem Spiegel angebracht sind. Bei passender Beleuchtung sieht der Beobachter schräg durch das Korrektionsglas, oder es muss, um dies thunlichst zu verringern, die Lampe hinter dem Untersuchten stehen und soweit in dieser Richtung verschoben werden, dass das Flammenbild und also auch das erleuchtete Netzhautfeld zu klein wird.

In der Mitte zwischen den stabilen Augenspiegeln und zwischen den portativen stehen gewisse röhrenförmige Instrumente, die in einem Tubus (meist von variabler Länge) vorn ein Konvexglas, hinten einen Konkavspiegel enthalten, nur freihändig geführt werden, aber doch nur eine beschränkte Beweglichkeit gestatten, dafür das Seitenlicht ausschliessen und

somit in nicht verdunkelten[1]) Zimmern angewendet werden können. Der Spiegel von Ullrich ist noch durch Hinzufügung einer Lichtröhre komplizirt; der von Hasner ist bequemer und gestattet durch eine Theilung der Röhre eine annähernde Refraktionsmessung; der von Galezowski und der von Alfermann (1878) sind damit identisch.

Eine grosse Bedeutung für die Praxis erlangte das Ophthalmoskop von Ed. v. Jäger (1854), der wohl zuerst die regelmässige Untersuchung im aufrechten Bilde und die objektive Refraktionsmessung mittels desselben zu einer besonderen Virtuosität ausgebildet hat. Sein Spiegel hält sich streng an Helmholtz's Prinzipien. Auf dem Handgriff befindet sich ein vorn abgeschrägter Tubus mit schräg stehendem Reflektor aus unbelegten Planglasplatten. Allerdings kann an seiner Stelle ein durchbohrter belegter Planglasspiegel eingefügt werden, für das umgekehrte Bild auch ein durchbohrter Konkavspiegel. Wegen der geringen Intensität des einfallenden Lichtes ist der Untersuchte frei von Blendung und kann seine Akkommodation ruhig erschlaffen, so dass die Lage seines Fernpunktes reiner zu Tage tritt, als bei Anwendung eines lichtstarken Konkavspiegels, wie er für die Untersuchung des umgekehrten reellen Luftbildes allerdings erforderlich ist. Das virtuelle aufrechte Bild ist bei Anwendung des lichtschwachen Reflektors vortrefflich zu erkennen. Auch ist zu berücksichtigen, dass die Helligkeit des Netzhautbildes keineswegs gleichen Schritt hält mit der Steigerung der Beleuchtungsintensität wegen der gleichzeitigen Kontraktion der Pupille des untersuchten Auges. Oft genug sieht man wegen der weiter bleibenden Pupille mit dem lichtschwachen Spiegel das aufrechte Netzhautbild besser als mit dem lichtstarken, welchen die Anfänger vorziehen zu müssen glauben und — wenn sie nach vergeblichen Bemühungen den Rath befolgen, die Lampenflamme niedriger zu schrauben oder weiter zu entfernen — mit Erstaunen besser sehen.

Die Zahl der nach Helmholtz'scher Manier zu befestigenden Korrektionsgläser ist verschieden gross in den verschiedenen Ausgaben des v. Jäger'schen Spiegels. In Mauthner's kompendiöser Ausgabe desselben sind nur 8 Korrektionsgläser beigegeben. Referent hat hinten an diesem Spiegel eine Gabel befestigen lassen, um jedes Glas des gewöhnlichen Brillenkastens einfügen zu können.

Der grossen Ausgabe sind 27 grosse gut gearbeitete und geformte Korrektionsgläser beigefügt; der v. Jäger'sche Spiegel liegt, nach Prof. Schweigger's Angabe, hinter einem federnden Korrektionsglashalter, der übrigens jedes Glas des gewöhlichen Brillenkastens aufzunehmen geeignet ist, so dass eigentlich alle Korrektionsgläser entbehrlich werden, da jeder Arzt, der Augen zu untersuchen beabsichtigt, einen Brillenkasten besitzt und besitzen muss.

[1]) Auch die gewöhnlichen Spiegel erheischen nicht eine vollständige Verdunkelung des Zimmers.

Das empirische Aussuchen des besten Korrektionsglases ist allerdings bei Benutzung des v. Jäger'schen Spiegels ein wenig zeitraubend; dafür wird man aber durch grosse Schärfe des Bildes und Genauigkeit in der Erkennung des Refraktionszustandes belohnt.

Freilich fühlt jeder mit der wachsenden Zahl der Kranken das Bedürfniss, auch einen Apparat zu besitzen, welcher etwas schneller arbeitet. So hat man in den letzten Jahren eine grosse Zahl sogenannter Refraktionsophthalmoskope verfertigt mit drehbaren Scheiben hinter dem Spiegel, d. h. man hat die mit Beginn der ophthalmoskopischen Aera bekannte kleine Rekoss'sche Scheibe etwas opulenter mit Korrektionsgläsern ausgestattet. Eine grosse Anzahl verschiedener Brillengläser ist auf einer oder mehreren Scheiben angebracht, so dass jeder Untersucher für das aufrechte Netzhautbild jedes Untersuchten sich korrigiren und das passende Glas durch eine mehr oder minder einfache Drehung finden kann. Uebrigens ist hierbei doch etwas mehr als blosse Zeiterparniss gewonnen. Man findet durch eine solche drehbare Scheibe das passende Korrektionsglas, welches den zeitigen Fernpunkt des Untersuchten nach dem des Untersuchers verlegt und dadurch den Brechzustand des letzteren bestimmt, nicht blos rascher als mit dem Helmholtz-Jäger'schen Spiegel, sondern auch sicherer. Es ist dies in der Natur unserer Sinne begründet. Wir vermögen zwei verschiedene Sinneseindrücke — z. B. das mittels zwei verschiedener Korrektionsgläser betrachtete aufrechte Netzhautbild desselben Auges — um so sicherer mit einander zu vergleichen und ihre relative Schärfe abzuschätzen, je rascher wir vom ersten Eindruck zum zweiten übergehen und vom zweiten zum ersten zurückkehren können.

Die ersten derartigen Refraktionsophthalmoskope mit etwa 24 Korrektionsgläsern sind die von Loring, Cohn, v. Wecker und Knapp (1870, 1872, 1873, 1874). Diese Spiegel liefern dem Geübten gute und rasche Resultate; sie sind aber zum Theil nicht frei von Mängeln:

Zur Beleuchtung enthalten sie meist nur konkave, durchbohrte Reflektoren, um gleichzeitig für das umgekehrte Bild genügende Lichtstärke zu liefern, für das aufrechte sind sie zu lichtstark. Wollte man für dieses immer die Lampe niedriger schrauben oder weiter entfernen, so wird das beleuchtete Feld der Netzhaut unnöthig verkleinert.

Bei passender Beleuchtung der Pupille blickt man schief durch die Korrektionsgläser, welche unter diesen Umständen eine andere und zwar kürzere Brennweite besitzen, als die darauf geschriebene, für senkrechten Lichteinfall berechnete ist und ausserdem eine astigmatische Verzerrung des Bildes bewirken. So ist bei Anwendung schärferer Korrektionsgläser eine genaue und bequeme Messung erschwert, eine Auffassung feinerer Details des Augenspiegelbildes ausgeschlossen und die so wichtige objektive Diagnose des Astigmatismus unmöglich gemacht. Um die Schiefe des Lichteinfalls zu verringern, muss die Beleuchtungsflamme möglichst nahe der-

jenigen Geraden stehen, welche das Pupillenzentrum des untersuchten Auges mit dem des untersuchenden verbindet, und also, um die Belästigung des Patienten durch Wärmeentwickelung zu vermeiden, hinter dem Kopfe desselben angebracht werden.

Ferner ist man bei dem Bestreben, einen ganzen Brillenkasten auf die Peripherie eines Kreises von 25 bis 30 mm Durchmesser anzubringen, auch naturgemäss zu winzing kleinen Gläsern von 2 mm Durchmesser angelangt. Diese kleinen Gläser sind sehr unzweckmässig und zwar aus folgenden Gründen:

1) Die natürliche Helligkeit eines Objektes, welches bei der Betrachtung desselben mittels einer guten Glaslinse nicht wesentlich beeinträchtigt wird, sinkt rapide, wenn der Durchmesser des Glases kleiner wird als der des Sehlochs, nämlich im Verhältniss der Durchmesserquadrate. Durch zu kleine Diaphragmen oder Korrektionsgläser am Augenspiegel wird von dem zur Beleuchtung des untersuchten Auges verwendeten Licht ein Theil lediglich zur Blendung des Patienten benutzt, ohne für den Arzt zur Erhellung des untersuchten Netzhautbildes beizutragen. Man berücksichtige auch, dass von der aus dem untersuchten Auge wieder austretenden Lichtquantität bei schiefem Einfall auf das Korrektionsglas (namentlich bei schärferen, konkaven Gläsern) ein grösserer Theil daselbst seitlich reflektirt wird, also für das Auge des Untersuchers verloren geht. Bezeichnend ist in dieser Hinsicht, dass die beiden Pariser Modelle (v. Wecker und Landolt, Fabrikant Crétès) stärkere Gläser als ± 10 D = $1/4''$ gar nicht führen, während man bei schräg gestelltem Spiegel auch mit 20 D = $1/2''$ u. s. w. scharfe Netzhautbilder gewinnen kann.

2) Dioptrische Messapparate dürfen nicht mit dem Prinzip des stenopäischen Loches bezw. Spaltes behaftet sein. Ebenso wenig wie man bei der Brillenprobe für einen Kurzsichtigen das richtige Korrektionsglas findet, wenn man die Gläser hinter schmalen Spalten oder Löchern in einem undurchsichtigen Diaphragma anbringen wollte, ebenso wenig kann man objektiv den Brechzustand messen, wenn man abnorm kleine Korrektionsgläser anwendet.

3) So kleine Gläser sind namentlich in den stärkeren Nummern weniger gut geschliffen und gefasst, besonders bei billigeren Instrumenten.

4) Ein fernerer Mangel, für Anfänger der grösste, besteht in den Reflexen, welche — bei so kleinen Gläsern — die Hälfte des ophthalmoskopischen Gesichtsfeldes bedecken. Es sind dies, wie erwähnt, die Katakaustiken, welche von der gerade beleuchteten Seite des kurzen Kanals herrühren, der durch Spiegel und Fassung geht. Matte Schwärzung des Kanals durch eine Auflösung von Russ in Terpentin verringert diese störenden Reflexe erheblich und kann leicht nach Bedürfniss wiederholt werden. Unerlässlich ist es aber, den Durchmesser des Kanals nicht zu klein (nicht kleiner als 3 mm) und den der Gläser etwas grösser zu wählen.

Nachdem auf die Unzweckmässigkeit der kleinen Gläser wiederholt hingewiesen worden (Cohn, Knapp, Hirschberg), während die Grösse der Scheibe durch die Konfiguration unseres Gesichtes einigermassen beschränkt ist — die Scheibe muss vor unserem Auge bequem gedreht werden, ohne an der Nase eine Hemmung zu erfahren — hat man in doppelter Weise eine vollständige Reihe brauchbarer Gläser zu erlangen gesucht: 1) durch möglichste Verschmälerung der metallenen Septa zwischen den auf der Peripherie der kreisförmigen Scheibe angebrachten Gläsern, 2) durch zwei hinter einander drehbare Scheiben.

Das erste Prinzip erheischt ausserordentliche Sorgfalt und Sauberkeit der mechanischen Arbeit und eine besondere Dünne der geschliffenen Glaslinsen, die eine Serie von + 2 Zoll bis — 2 Zoll bilden müssen. Naturgemäss musste der Preis ein für ein ärztliches Untersuchungsinstrument relativ hoher werden. Um so erfreulicher ist es gegenüber der viel diskutirten Devise „Billig und schlecht" hervorzuheben, dass solche Instrumente, welche bei H. W. Hunter, 1132 Broadway New-York, zu beziehen sind, in genau derselben Güte und noch mit vortheilhaften Hinzufügungen versehen, in Berlin bedeutend billiger zu haben sind.



Fig. 220.

Erwähnung verdient hier zunächst der Spiegel von Loring-Wadsworth (Fig. 220). Die Drehscheibe von 40 mm Durchmesser trägt 25 Korrektionsgläser von 3 mm Durchmesser (incl. 0); natürlich sind die Septa fast fadendünn. Der Reflektor ist ein schräggestellter kleiner Planspiegel, ausserdem ist ein grösserer Planspiegel oder ein konkaver aufzuschrauben. Der letztere hat nach des Refer. Angabe einen besonderen Stiel, um für das umgekehrte Bild ohne Zeitverlust benutzt zu werden. Natürlich sind zwei Konvexlinsen beigegeben. Das Etui ist bequem in der Westentasche zu tragen. Der Spiegel ist für Geübte sehr brauchbar, für Anfänger sind Apparate mit breiteren Linsen doch bequemer.

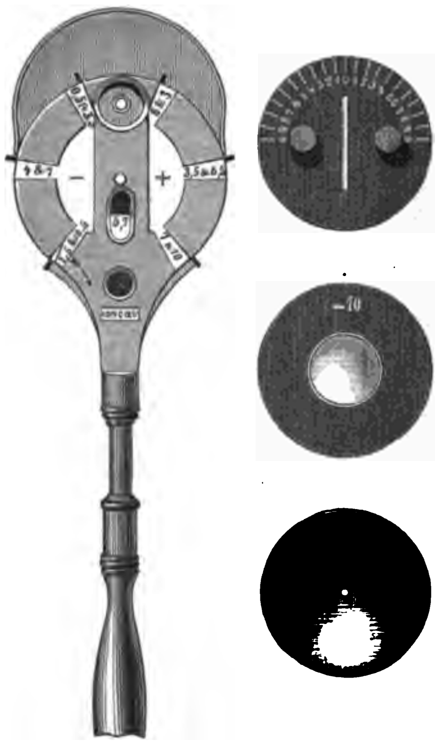


Fig. 221.

Noch meisterhafter ist die Arbeit des neuesten Modells von Knapp (1878), das von dem Autor selbst der Firma Dörffel zur Anfertigung übergeben ist. 29 Linsen sind auf einer etwas grösseren Scheibe vereinigt und in doppelter Weise, nach Zoll- und Dioptrienmaass, bezeichnet.

Auch für das zweite Prinzip — zweier hintereinander drehbarer

Scheiben, die verschiedene Gläserkombinationen liefern — hat derselbe Autor zuerst ein Modell geliefert.

Analog sind die metrischen Refraktionsophthalmoskope von v. Wecker und Landolt. Fig. 221 giebt den im Auslande, in Frankreich, Belgien und auch in England, ziemlich verbreiteten Spiegel von Landolt. Bei beiden (Landolt und Wecker) variirt das Korrektionsglas von + 10 D durch 0 bis — 10 D regelmässig um das Intervall von 0,5 D. Für die mässigen Ametropien sind dies fast zu viel Gläser, für die stärkeren entschieden zu wenig. Die unter anderen auch für Militärzwecke so wichtigen Messungen exzessiver Myopie [und Hypermetropie] können so nicht gemacht werden, wenigstens nicht vermittels des aufrechten Bildes. Die Schwierigkeit der Zentrirung ist bei zwei Scheiben erhöht, das Prinzip der Kombination ist namentlich beim Wecker'schen Spiegel weniger zweckmässig. Um das schwächste Glas (0,5 D) zu erzeugen, sind die beiden stärksten Gläser des Apparates (+ 10 D und — 10,5 D) algebraisch addirt.



Fig. 222.



Fig. 223.

Die schon vor zwei Jahren erhobenen Bedenken haben veranlasst, dass L. de Wecker neuerdings (1879) ein neues Refraktionsophthalmoskop mit Doppeldiskus von Crétès hat konstruiren lassen. Jede Scheibe ist für sich verschiebbar und enthält, die eine die konvexen, die andere die kon-

kaven Gläser, nämlich 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10; 15; 20 D. Durch Kombination erhält man die Zwischennummern. Der Spiegel ist jetzt schräg zu stellen und die Gläser grösser als in W.'s früherem Modell. Zu den Spiegeln mit Doppeldiskus gehören auch die von Badal und Meyer (Fig. 222 und 223, a. vor. S.).

Sodann gehört hierher auch der Augenspiegel von E. Baumeister (Fig. 224). Hinter einem Hohlspiegel sind zwei Rekoss'sche Scheiben



Fig. 224.

über einander angebracht derart, dass entweder nur die obere oder beide gleichzeitig um eine zentrale Achse gedreht werden können. Man erhält durch passende Drehung 64 verschiedene Linsenwerthe, von + 17,5 D bis — 18,0 D regelmässig absteigend um stets dasselbe Intervall von 0,5 D. Der Autor sagt über seinen Spiegel folgendes: „der Spiegel hat sich im Gebrauch bewährt . . . doch sind einige Mängel hervorzuheben . . . . der von den seitlichen Wandungen der Oeffnungen ausgehende Reflex stört zuerst etwas . . . . ausserdem kommt die aus der Schrägstellung des Spiegels resultirende zylindrische Wirkung der Gläser in Betracht."

Dörffel hat auf Rath des Referenten die Baumeister'sche Doppelscheibe mit einem schräggestellten Planspiegelchen versehen. Trotzdem muss man zugestehen, dass es besser ist, ähnliche Zwecke mit einfacheren Apparaten zu erreichen.

Wir fügen hier ein anderes Instrument, das Refraktionsophthalmoskop nach Dr. Karl Grossmann bei, welches genau dieselbe Drehscheibe be-

sitzt, und bedienen uns dazu der von dem Aussteller E. Sydow selber beigegebenen gedruckten Beschreibung:

„Das Instrument (in Fig. 225 abgebildet) besteht hauptsächlich aus zwei übereinanderliegenden Scheiben, die in das Ophthalmoskop einge-

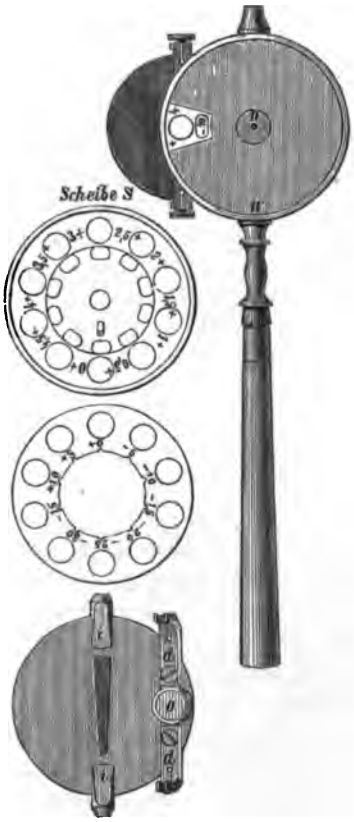


Fig. 225.

setzt sind und sich ohne jede Schwierigkeit aus demselben herausnehmen lassen. Die links unten besonders dargestellte Metallplatte dient zur Aufnahme dieser Scheiben und deren Ansätze *i*, die oben und unten an diametral entgegengesetzten Stellen angebracht sind, zur Befestigung des Stieles. Bei *O* befindet sich die 7 mm grosse Oeffnung zum Hindurchsehen, vor welche der Spiegel gebracht wird durch Einfügen in die Klammern *d*. In diesen Klammern bewegt sich der Spiegel mit einer starken Reibung um seine vertikale Achse bis zu einer Neigung von 45° gegen die Ebene der Metallplatte, was zur genauen Bestimmung der Re-

fraktion und besonders des Astigmatismus erforderlich, und ist es aus praktischen Gründen bei weitem vorzuziehen, den Spiegel um eine vertikale Achse beweglich zu machen, als ihn in einer bestimmten Neigung zur Ebene der Linsen fixirt zu haben und danach die Stellung der Lampe richten zu müssen. Das Knöpfchen *D* (in der Hauptfigur) hält die Scheiben zusammen, wird es abgeschraubt, so lassen sich dieselben sehr leicht abnehmen und die Gläser bequem reinigen.

Jede der beiden Scheiben hat zehn runde Oeffnungen von 7 mm Durchmesser, die obere Scheibe *S* noch zehn kleinere zum Ablesen der auf der unteren befindlichen Zahlen.

In Scheibe *S* sind folgende Gläser eingesetzt:

0; + 0,5; + 1,0; + 1,5; + 2,0; + 2,5; + 3,0; + 3,5; + 4,0; + 4,5.

In der anderen Scheibe sind folgende Gläser:

0; + 5; + 10; + 15; — 30; — 25; — 20; — 15; — 10; — 5.

Durch diese beiden Scheiben ist eine Kombination von 100 Linsenwerthen möglich, für alle vorkommenden Refraktionsgrade ausreichend, nach der positiven Seite von 0 bis + 19,5 D, nach der negativen Seite von 0 bis — 30,0 D, um halbe Dioptrien fortschreitend.

Die Verbindungs- und Bewegungsart der Scheiben zu einander ist, abweichend von dem erst akzeptirten Federsystem des Baumeister'schen Augenspiegels, in anderer Konstruktion hergestellt und funktionirt das Ophthalmoskop in dieser Ausführung mit absoluter Sicherheit.

Beim Gebrauch wird nur die Scheibe *S* gedreht, wobei eine Feder die Linsen stets zentrirt. Nach einmaliger Umdrehung der ersten Scheibe wird die untere Scheibe um eine Linse verschoben bezw. um 0,1 Umdrehung mitgenommen. Diese Verschiebung ist vollständig selbstthätig, man hat eben nur nöthig, die obere Scheibe zu drehen.

Um nun nicht immer genöthigt zu sein, sämmtliche Linsenkombinationen vorbeidefiliren zu lassen, wenn man z. B. von — 20,0 nach 0 will, ist der Mechanismus derartig konstruirt, dass sich die untere Scheibe mit den starken Linsen ganz selbstständig bewegen lässt, und hat man hierzu nur nöthig, deren etwas hervorstehende Kante mit dem Finger nach oben oder unten zu schieben und so den Spiegel mit möglichster Schonung von Zeit für beliebig grosse Refraktionsdifferenzen herzurichten. Die dem Untersucher zugekehrte Linsenscheibe ist zur Vermeidung von Reflexen und zum Schutze der Linsen durch die Platte *W* gedeckt, in welcher nur ein Ausschnitt für die Korrektionslinse und die Nummer sich befindet. Letztere präsentiren sich horizontal neben einander und brauchen nur arithmetisch addirt zu werden.

Die Figur zeigt den Spiegel für das rechte Auge von dem Untersucher und dem Untersuchten montirt.

Die beigegebenen Glasplatten sind in einer mattschwarzen zentral durchbohrten Messingfassung; für das umgekehrte Bild ist ein zentral durch-

bohrter foliirter Glashohlspiegel beigefügt; ein durchbohrter Planspiegel lässt sich leicht an Stelle der Glasplatten setzen.

Das Instrument ist in einem sehr portativen Etui."

Hinsichtlich des diesem Spiegel zu Grunde liegenden Prinzips der 100 Gläser, möchten wir nur bemerken, dass es physikalisch nicht recht ausführbar ist, zwischen 29,5 und 30 D an einem portativen Apparat unterscheiden zu wollen.

Bei einigen Augenspiegeln moderner Gattung hat man wesentlich die Einfachheit der Konstruktion, wodurch Dauerhaftigkeit, billiger Preis und Bequemlichkeit auch für den Anfänger erstrebt werden, für besonders wichtig gehalten. Hierher gehört der Schnabel'sche. Es ist dies ein Jäger'scher mit Revolverapparat; er enthält 39 verschiedene Gläser auf drei getrennten Scheiben, welche nach einander in das Gestell eingefügt werden können.



Fig. 226.

Aehnlich ist das Refraktionsophthalmoskop von Dr. Hirschberg [Refer.]. (Fig. 226.) Für dasselbe sind 24 richtig abgestufte Korrektionsgläser erforderlich, eine geringere Anzahl ist unbequem, eine erheblich grössere eher lästig. Die Korrektionsgläser besitzen einen Durchmesser von 6 mm und sind auf zwei Scheiben vertheilt.

Die erste enthält in Dioptrien: 0; + 0,5; + 1; + 2; + 3; + 4; + 5; — 0,5; — 1; — 1,5; — 2; — 3; — 4, die zweite: + 6; + 8; + 10; + 14; — 5; — 6; — 7; — 8; — 10; — 12; — 14; — 16; — 18.

(Wer zur Untersuchung eines emmetropischen Auges wegen Ametropie seines eigenen Auges ein Korrektionsglas z. B. — 4 D gebraucht, kann dieses zum Nullpunkt der ersten Scheibe wählen und dieselbe mit folgenden Gläsern ausstatten lassen: + 1; 0; — 1; — 2; — 3; — 3,5; — 4; — 4,5; — 5; — 6; — 7; — 8; — 9. Die zweite Scheibe würde dann enthalten: — 10; — 11; — 12; — 14; — 16; — 18; — 20; + 10; + 8; + 5; + 4; + 3; + 2[1]).

Das Wechseln der Scheiben geht äusserst rasch, das so nothwendige Reinigen der Gläser bequem.

Die erste Scheibe reicht für die übergrosse Mehrzahl der Fälle aus, während die zweite bei den hochgradigen Ametropien nothwendig wird. Für die schwächsten Ametropiegrade ist das Intervall + 0,5 D, für die mittleren Ametropiegrade + 1,0 D und für die höchsten + 2,0 D gewählt. Es hat keinen Sinn, bei der Untersuchung von Kranken einen höheren Grad von Genauigkeit anzustreben, als wie er praktisch bei der Brillenwahl realisirbar ist. Der Apparat ist leicht, die Scheibe bequem vor den Augen drehbar und bei jedem Intervall einspringend; die Nummer des Korrektionsglases ist leicht abzulesen.

Als Reflektor dient ein sehr kleiner durchbohrter Planspiegel (20 mm lang, 18 mm breit), der um 30° gegen die Hauptebene des Korrektionsglases geneigt ist. Es kann aber auch ein mit dem Korrektionsglase paralleler planer oder ein eben solcher konkaver durchbohrter Spiegel an seine Stelle gebracht werden.

Der letztere dient gewöhnlich noch zur Untersuchung des umgekehrten Bildes und hat deshalb ein kleines abschraubbares Stielchen und hinten eine Gabel zu event. Einfügung von + $1/10''$ = 5 D. Somit kann man, was unbedingt erforderlich, jedes Auge sowohl im aufrechten als auch im umgekehrten Bilde untersuchen, ohne durch Montiren oder Schrauben Zeitverlust zu erleiden. Die für das umgekehrte Bild beigegebenen Konvexgläser + $1/2''$ und + $1/3''$ = 18 bezw. 12 D sind natürlich gut abgeschliffen und mit metallenen Fassungen versehen, somit freier von sphärischer Verzerrung des Bildes und weniger dem Verschrammen unterworfen.

Von demselben Augenspiegel ist eine kompendiöse, billige Ausgabe für Studenten erschienen, welche für das aufrechte Bild einen schräggestellten Planspiegel mit zwölf Korrektionsgläsern auf einer Scheibe, ferner für das umgekehrte Bild einen Konkavspiegel und zwei Konvexgläser enthält. Die Gläser enthalten doppelte Bezeichnung, sowohl nach Zollen wie nach Dioptrien.

---

[1]) Man thut eben gut, sich nach **seinem eigenen** Auge die Gläser zu bestellen.

Ein ebenso wichtiger Apparat wie der Augenspiegel ist für den praktischen Arzt eine richtig abgestufte Sammlung wirklich verlässlicher **Probirbrillengläser.** Brillengläser als solche sind nicht ausgestellt worden, da in Berlin keine Fabriken für dieselben existiren; bekanntermassen sind es die altberühmten Schleifereien von Rathenow, welche nicht blos Deutschland mit Brillengläsern versorgen, sondern auch nach den verschiedensten Ländern ihre Fabrikate exportiren.

Eine gewisse physikalische Kenntniss der verschiedenen Brechzustände des menschlichen Auges ist bereits seit Keppler's Zeiten möglich gewesen; aber abgeschlossen ist dieses wichtige Gebiet erst in der ophthalmoskopischen Aera durch F. C. Donders, A. v. Graefe und Andere. Seit dieser Zeit trat an die Stelle des früheren Probirens ein zielbewusstes Aussuchen. Systematisch geordnete Brillengläsersammlungen wurden ein nothwendiges Erforderniss für jeden Arzt, der sich mit Augenkrankheiten beschäftigt. Die ersten Sammlungen dieser Art sind in Berlin hergestellt, dessen Fabrikate auch von dem berühmten holländischen Physiologen und Augenarzt Donders in seinen epochemachenden Schriften über diesen Gegenstand fast ausschliesslich empfohlen wurden. Nach den berliner Fabrikaten sind jetzt auch pariser, zum Theil von deutschen Firmen herrührende vielfach in Gebrauch gekommen. In London und in englischen Augenkliniken sah Refer. meistens nur importirte Fabrikate.

Eine kleine Neuerung ist auf diesem Gebiet durch Adoptirung des Metermaasses entstanden. Früher galt als theoretische Einheit des Brillenglases die Brechkraft des Glases, dessen Brennweite einen Zoll beträgt. Dasjenige Glas, dessen Brennweite $F = 2$ Zoll, lenkt ein einfallendes paralleles Strahlenbündel schwächer ab, es wurde daher mit $^1/_2$ bezeichnet, dasjenige, dessen Brennweite gleich 40 Zoll, mit $^1/_{40}$ u. s. w. In präktischer Hinsicht ist aber zu bemerken, dass die Schleifer niemals auf Brillengläsern die Brennweite notirt haben, sondern immer nur den Radius der Schleifschale. Das Glas 40 nach alter Bezeichnung war also dasjenige, das auf einer Scheifschale von 40 Zoll Radius (r) hergestellt war. Nun ist F nicht vollständig gleich r. Vernachlässigen wir die Dicke der Brillengläser d gegen F, was ja (abgesehen von den stärksten Nummern 2 bis 4″) zulässig erscheint, so gilt

$$\frac{1}{F} = (n-1)\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right).$$

In der Regel sind unsere Brillengläser symmetrisch geschliffen, d. h. bikonvex oder bikonkav, so dass $r_1 = r_2$. Setzen wir n, den Brechungsindex des Glases, annähernd gleich $\frac{3}{2}$, so wird allerdings

$$\frac{1}{F} = \left(\frac{3}{2} - 1\right)\frac{2}{r} \text{ oder } F = r.$$

Aber n ist nicht gleich $\frac{3}{2}$ oder 1,5; sondern soweit überhaupt die zum Brillenschleifen benutzten Glassorten konstant sind, kann man eher n für die hellsten Strahlen des Spektrums = 1,528 setzen (in den Rathenower Fabrikaten). Hieraus folgt:

$$\frac{1}{F} = \frac{2 \times 0{,}528}{r} \quad \text{oder} \quad \frac{r}{1{,}05} = F,$$

d. h. F ist etwas kleiner als r.

Wählen wir jetzt das Meter als Einheit, um die kleinen Verschiedenheiten der verschiedenen Zolle (Preussens, Frankreichs, Englands u. s. w.) auszuschliessen, so ist die erste Frage: Welchem Glas der alten Bezeichnung entspricht die neue Einheit, die Dioptrie, d. h. die Brechkraft desjenigen Glases, dessen Brennweite gleich 1 Meter?

Diese Frage ist in verschiedenen Umrechnungstabellen, Journalartikeln und ophthalmologischen Lehrbüchern irrig beantwortet. Weder das Glas 36 noch 37 noch 38 alten Systems entspricht der Dioptrie, sondern lediglich $^1/_{40}$ in preussischem Zollmaass.

Da nämlich

$$\frac{r}{1{,}05} = F, \text{ so ist } \frac{40}{1{,}05} = 38{,}1 \text{ Zoll}$$

und 38,2 preuss. Zoll sind ein Meter. Sowohl das Glas $^1/_{36}''$ wie das Glas $^1/_{45}''$ (die beiden benachbarten von $^1/_{40}''$ in den vollständigsten Brillenkasten) weichen erheblicher von dem definirten Werthe der Dioptrie ab.

Ebenso ist aber für das französische Zollmaass $^1/_{40}$ äquivalent der Dioptrie. Für französische Brillengläser ist $n = 1{,}53$.

Demnach ist

$$\frac{r}{1{,}06} = F, \text{ also } \frac{40}{1{,}06} = 37{,}7$$

und 37 par. Zoll sind gleich einem Meter.

Die Reduktion des alten Maasses (a) auf neues (n) und umgekehrt macht sich darum überraschend einfach nach der Regel

$$a \times n = 40.$$

Beispiel 1) welcher Zahl in Dioptrien entspricht das alte Glas 8 ($= {}^1/_8''$)? Antwort $^{40}/_8 = 5$. 2) Welchem Glas nach der alten Bezeichnung entspricht das nach der neuen mit 20 D bezeichnete? Antwort $\frac{40}{20} = 2$, d. h. $\frac{1}{2}''$.

Hieraus folgt die folgende Tabelle:

$0{,}5\,D = \frac{1}{80}''$	$\frac{1}{80}'' = 0{,}5\,D$
$1\ D = \frac{1}{40}''$	$\frac{1}{40}'' = 1\,D$
$1{,}5\,D = \frac{1}{24}''$	$\frac{1}{36}'' = 1{,}1\,D$

$2\ D = \frac{1}{20}''$

$2{,}5\ D = \frac{1}{16}''$

$3\ D = \frac{1}{13}''\ \left(\text{oder}\ \frac{1}{12}''\right)$

$3{,}5\ D = \frac{1}{11}''$

$4\ D = \frac{1}{10}''$

$4{,}5\ D = \frac{1}{9}''$

$5\ D = \frac{1}{8}''$

$5{,}5\ D = \frac{1}{7}''$

$6\ D = \frac{1}{6{,}5}''$

$7\ D = \frac{1}{5{,}5}''$

$8\ D = \frac{1}{5}''$

$9\ D = \frac{1}{4{,}5}''$

$10\ D = \frac{1}{4}''$

$11\ D = \frac{1}{3{,}75}''$

$12\ D = \frac{1}{3{,}25}''$

$13\ D = \frac{1}{3}''$

$15\ D = \frac{1}{2{,}75}''$

$20\ D = \frac{1}{2}''$

$30\ D = \frac{1}{1{,}25}''$

$40\ D = \frac{1}{1}''$

$\frac{1}{30}'' = 1{,}3\ D\ (1{,}25\ D)$

$\frac{1}{24}'' = 1{,}6\ D\ (1{,}5\ D)$

$\frac{1}{20}'' = 2\ D$

$\frac{1}{18}'' = 2{,}25\ D$

$\frac{1}{16}'' = 2{,}5\ D$

$\frac{1}{14}'' = 2{,}75\ D$

$\frac{1}{13}'' = 3\ D$

$\frac{1}{12}'' = 3{,}3\ D\ (3{,}25\ D)$

$\frac{1}{11}'' = 3{,}6\ D\ (3{,}5\ D)$

$\frac{1}{10}'' = 4\ D$

$\frac{1}{9}'' = 4{,}4\ D\ (4{,}5\ D)$

$\frac{1}{8}'' = 5\ D$

$\frac{1}{7}'' = 5{,}6\ D\ (5{,}5\ D)$

$\frac{1}{6{,}5}'' = 6\ D$

$\frac{1}{6}'' = 6{,}6\ D\ (6{,}5\ D)$

$\frac{1}{5{,}5}'' = 7\ D$

$\frac{1}{5}'' = 8\ D$

$\frac{1}{4{,}5}'' = 9\ D$

$\frac{1}{4}'' = 10\ D$

$\frac{1}{3{,}75}'' = 10{,}7\ D\ (10{,}75\ D)$

$\frac{1}{3{,}5}'' = 11{,}4\ D\ (11{,}5\ D)$

$\frac{1}{3{,}25}'' = 12{,}3\ D\ (12{,}25\ D)$

$\frac{1}{3}'' = 13\ D$

$\frac{1}{2{,}75}'' = 14{,}5\ D\ (15\ D)$

$$\frac{1}{2{,}5}'' = 16\text{ D}$$
$$\frac{1}{2{,}25}'' = 17\text{ D}$$
$$\frac{1}{2}'' = 20\text{ D}$$
$$\frac{1}{1{,}5}'' = 27\text{ D}$$
$$\frac{1}{1{,}25}'' = 30\text{ D}$$
$$\frac{1}{1}'' = 40\text{ D}$$

Wie man sieht, war selbst mit den alten Schleifschalen die Herstellung von Dioptriegläsern leicht zu machen — und ist auch wohl vielfach geschehen. Ueberhaupt ist der wissenschaftliche und praktische Werth der Neuerung vielfach übertrieben worden. In wissenschaftlicher Hinsicht soll die Addition und Subtraktion von Brüchen durch diejenige von ganzen Zahlen ersetzt worden sein. Ein staaroperirtes Auge braucht gewöhnlich $^1/_4$″ zum Fernsehen, welches Glas braucht es zum Lesen auf 6″ (oder 15 cm)? Antwort: früher $\frac{1}{4} + \frac{1}{6} = \frac{10}{24} = \frac{1}{2{,}5}$″, jetzt (für die Anhänger der Dioptrie) $10\text{ D} + \frac{100}{15} = 16{,}6$ D.

Es ist aber zu berücksichtigen, dass der Vortheil nur ein scheinbarer ist. In Wirklichkeit steht die Frage doch so, dass wir für ein individuelles Auge eine bestimmte lineare Strecke, z. B. als Maass seiner Fernpunktsstellung ermitteln und, indem wir mit dieser Strecke (Zentimetermaass) in 100 dividiren, finden wir die Brechkraft des korrigirenden Glases. Für Geübte ist jede der beiden Berechnungen gleich leicht, für Ungeübte gleich schwer. Ich möchte mich nur gegen das bedingungslose Aufgeben der früheren Rechnung erklären. Wenn wir gefunden haben, dass ein Kurzsichtiger in 24 Zoll seinen Fernpunkt hat, also $-^1/_{24}$″ zum Fernsehen (für sogenannte unendliche Entfernungen) nöthig hat, so erwächst die Frage, welches Glas ist das bequemste für 36″ Entfernung? Antwort:

$$\frac{1}{24} - \frac{1}{36} \text{ oder } \frac{3}{72} - \frac{2}{72} = \frac{1}{72}''.$$

Haben wir diesen Fall nur mit Dioptrien behandelt, so finden wir das absolute Fernglas = 1,5 D und müssen doch, wenn wir nicht alle Rechnungen auswendig gelernt haben, mit 1,5 dividiren in 100 Zentimeter (= 66 oder nur 60) und dann wie zuvor rechnen

$$\frac{1}{60} - \frac{1}{90} = \frac{3}{180} - \frac{2}{180} = \frac{1}{180}$$

in Zentimeter, was ja annähernd 0,5 D geben wird. Wer dem mechanischen Auswendiglernen, wobei man sich leicht irren kann, die sichere elementare

Kopfrechnung des Einzelfalls vorzieht, wird das alte System vorziehen. Für konvexe Gläser ergeben sich ganz analoge Aufgaben. Aus diesem Grunde wäre es zweckmässig, in den Probirgläserkasten neben der Dioptriebezeichnung, die auf den Gläsern (Fassungen) steht, noch immer die Brennweite, sei es in Zentimetern, sei es in Zollen, hinzuzufügen, was wir schon lange bei uns eingeführt haben und neuerdings in Paris von Javal, der ja auf diesem Gebiete als besonders sachverständig angesehen werden kann, dringend anempfohlen wird. (Das gleiche gilt für Augenspiegel.)

In praktischer Hinsicht sei noch erwähnt, dass bis $^1/_{10}$, selbst $^1/_6$ Zoll herab der Unterschied zwischen den verschiedenen Zollsystemen irrelevant ist:

Wir verordneten einem Patienten + $^1/_{40}$ preuss. Zoll für das eine, + $^1/_{14}$ für das andere Auge. Patient ging nach London, zu Bowman; derselbe verordnete + $^1/_{40}$ engl. (oder pariser?) Zoll für das eine, + $^1/_{14}$ für das andere.

Die ausgestellten Brillenkasten, namentlich der Firmen Dörffel, Messter, Sydow entsprachen allen Anforderungen.

Von Dörffel ist noch hervorzuheben die Universalprobirbrille für 4 Gläser mit Gradbogen (Fig. 227), mittels deren zugleich der Abstand der

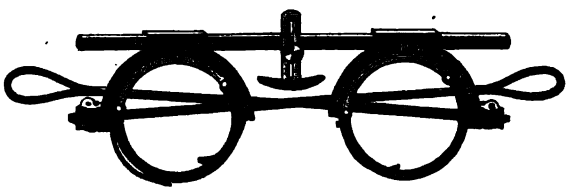


Fig. 227.

beiden Pupillenmitten, Nasensteghöhe u. s. w. gemessen werden kann, sowie eine stenopäische Lorgnette (Fig. 228 a. folg. S.) mit drehbarer Scheibe, in welcher verschiedene breite Löcher und Schlitze sich befinden, hinter denen die verschiedenen Gläser des Brillenkastens bequem zu befestigen sind.

Endlich sei auch der Anschmiegebrillen von O. Clément (Fig. 229) gedacht, über die der Erfinder sich folgendermassen äussert:

„Die Vorzüge dieser Anschmiegebrillen bestehen: erstens in einem festen und doch weichen Ansitzen, da die in sich selbst federnden Nasenstege sich bequem jeder Nasenform anschmiegen, zweitens in der geraden Federführung, welche das häufige Abgleiten verhindert, drittens in der Anwendung von Spiral- statt Bogenfedern, welche die Zerbrechlichkeit vermindern, und viertens in den bei der zweiten Art angebrachten ganz kurzen Flügeln, welche sich in den Vertiefungen über den auslaufenden Augenbrauen ansetzen und durchaus bequem und weich sind. Diese Art kippt beim Hinuntersehen nicht leicht über, auch kann sie schräg gestellt werden, so dass das homozentrische Strahlenbündel des fixirten Objektpunktes

nahezu senkrecht in's Auge fällt, wodurch der nervösen Anstrengung der Augen vorgebeugt wird.



Fig. 228.

Die Konstruktion gestattet dem Optiker ein bequemes und genaues Anpassen nach der Kopf- und Nasenform des Käufers."

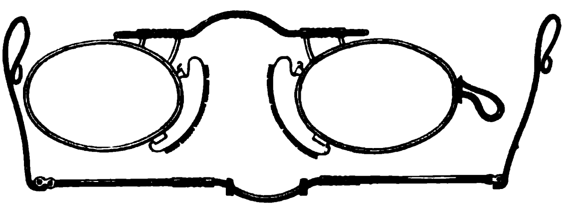


Fig. 229.

Optometer, d. h. Instrumente zur Refraktionsbestimmung, sind zur Zeit, wo jeder Arzt einen Brillenkasten besitzt und handhabt und wo die objektive Refraktionsmessung mit Hülfe des Augenspiegels von einer grossen Anzahl von Aerzten virtuos gehandhabt wird, natürlich von weit geringerem Werthe als früher vor der ophthalmoskopischen Aera, — d. h. in jenen Zeiten, wo sie eben das einzige Mittel der Refraktionsbestimmung darstellten.

Von neueren Optometern sind zwei zu nennen, welche Dörffel ausgestellt hatte: 1) das Optometer von Badal. Es ist dies eine monukulare Lupe mit Tubus, innerhalb dessen das Gesichtsobjekt (auf photographischem Wege verkleinerte Snellen'sche Schriftproben, in transparenter Manier) be-

liebig verschoben werden kann; natürlich muss bei einer bestimmten Einstellung (Refraktion) des Auges das Gesichtsobjekt eine bestimmte Entfernung von dem Lupenglas haben. Ist z. B. das untersuchte Auge emmetropisch, d. h. für parallele Strahlenbündel eingerichtet, so muss das Gesichtsobjekt genau in der vorderen Hauptbrennebene des Lupenglases stehen. Ist dagegen das untersuchte Auge kurzsichtig, d. h. für divergente Strahlenbündel eingerichtet, so muss das Gesichtsobjekt diesseits des Hauptbrennpunktes der Lupe stehen, nämlich zwischen dem Hauptbrennpunkt und dem Lupenglas selber. Ist endlich das untersuchte Auge hypermetropisch, d. h. für konvergirende Strahlenbündel eingerichtet, so muss das Gesichtsobjekt jenseits des Hauptbrennpunktes der Lupe stehen. Der Untersuchte bringt selbst durch eine Schraube das Gesichtsobjekt in die richtige Lage für sein Auge. Der Arzt liest aussen am Tubus ab, nicht etwa die Entfernung zwischen Gesichtsobjekt und Lupe, sondern gleich den Brechzustand oder vielmehr das korrigirende Brillenglas in Dioptrienwerthen. Im ganzen ist der Apparat eine etwas verbesserte Ausgabe des früheren Burow'schen Optometers. Er theilt mit jenem den Nachtheil, dass es ungeübten Patienten schwierig ist, wenn sie in eine kurze Röhre blicken, ihre Akkommodation vollkommen zu erschlaffen. Daher findet man die Refraktion öfter zu stark, d. h. der abgelesene Grad der Kurzsichtigkeit ist zu gross bezw. der der Uebersichtigkeit zu klein. Aber immerhin ist der Apparat nützlich, besonders wenn es auf sehr grosse Genauigkeit nicht ankommt.

2) Das Optometer von Dr. Hirschberg (vergl. dessen Beiträge zur prakt. Augenheilk. 2. Heft 1877). „Wenn auch unsere Brillenkasten ziemlich vollständig sind mit Rücksicht auf das praktische Bedürfniss und den bei den Brillenhändlern käuflichen Vorrath von Gläsern, so empfiehlt es sich doch vom physikalischen Standpunkt aus, nicht mit sprungweise, sondern mit kontinuirlich veränderlichen Brillengläsern die Refraktionsbestimmung zu machen. Aus diesem Bestreben erwuchs A. v. Graefe's Refraktometer 1863. Das Instrument beruht auf dem Prinzip des Galiläi'schen Fernrohrs, besitzt also ein konvexes Objektiv und drei verschiedene konkave Okulare für die drei verschiedenen Refraktionszustände. Mir scheint es vortheilhafter das Prinzip des astronomischen Fernrohrs zu benutzen zur Konstruktion eines neuen Optometers. Dasselbe besteht aus einer Kombination zweier Konvexlinsen von kurzer aber verschiedener Brennweite ($F_1 > F_2$ z. B. $F_1 = 1{,}5$ Zoll; $F_2 = 1$ Zoll) und giebt natürlich von den etwa 20 Fuss entfernten Schriftproben ein umgekehrtes Bild. Damit den Patienten die Buchstaben aufrecht erschienen, wird die Schriftprobentafel auf den Kopf gestellt. Soll mit dem Apparate ein scharfes Bild der fernen Schriftprobentafel gewonnen werden für ein emmetropisches Auge, d. h. für ein solches, welches im Ruhezustand der Akkommodation auf einen unendlich weiten Fernpunkt, also auf parallele Strahlenbündel, eingestellt ist, so muss der Abstand zwischen den beiden Konvexlinsen genau gleich der Summe der Haupt-

brennweiten der beiden Linsen sein, $D = F_1 + F_2$. Soll mittels des Apparates ein scharfes Bild der fernen Schriftprobentafel gewonnen werden für ein myopisches Auge, d. h. für ein solches, welches im Ruhezustand der Akkommodation auf einen in endlicher Entfernung von dem Auge gelegenen Fernpunkt, also auf homozentrische Strahlenbündel von einem bestimmten Divergenzgrade, eingerichtet ist, so muss die Distanz zwischen Okular und Objektiv kleiner sein als die Summe der Hauptbrennweiten der beiden Linsen und grösser als die Hauptbrennweite der ersten, $D < F_1 + F_2$, $D > F_1$. Soll endlich mittels des Apparates ein scharfes Bild gewonnen werden für ein hypermetropisches Auge, d. h. für ein solches, welches im Ruhezustand der Akkommodation auf einen in endlicher Entfernung hinter dem Auge gelegenen Fernpunkt oder auf homozentrische Strahlenbündel von einem bestimmten Konvergenzgrade eingerichtet ist, so muss die Distanz zwischen Objektiv und Okular grösser sein als die Summe der Hauptbrennweiten der beiden Linsen, $D > F_1 + F_2$. Indem man also die Distanz D zwischen den Knotenpunkten der beiden Gläser durch Ausschrauben des Apparates von der Länge F_1 allmälig bis über die Länge $F_1 + F_2$ vergrössert, wird jedem von der fernen Schriftprobentafel auf das Objektiv fallenden parallelen Strahlenbündel jeder beliebige Grad von Konvergenz oder Divergenz einschliesslich des Parallelismus zuertheilt, und da zu jeder Länge D eine bestimmte Fernpunktseinstellung des untersuchten Auges gehört, ein ebenso einfaches wie sicheres Optometer gewonnen. Das Instrument ist monokular ausgeführt in Gestalt eines einfachen Fernrohrs und binokular in Gestalt eines Doppelfernrohrs, wobei der gegenseitige Abstand der beiden Röhrenachsen veränderlich ist, entsprechend der verschiedenen Entfernung der Pupillenmitten. Der Apparat partizipirt an allen Vorzügen, welche das astronomische Fernrohr, wie sein Erfinder Johannes Keppler 1611 sofort gefunden, vor dem Galiläi'schen voraus hat. In einer Hinsicht geht dieses Optometer aber über seine Vorgänger voraus; es gestattet eine bequeme und sichere Kontrole des auf der Angabe des Patienten beruhenden Resultates, wodurch die subjektive Funktionsprüfung zu dem Rang einer objektiven Messungsmethode erhoben wird. Wird dieses Optometer umgedreht, so dass Objektiv und Okular ihre Rollen tauschen, so bleibt es ein Optometer, hat aber andere Konstanten gewonnen, so dass eine andere ganz bestimmte Länge D_1 für ein bestimmtes ametropisches Auge erforderlich ist. Dies kann man durch einen einfachen Versuch an seinem eigenen Auge feststellen und auch aus den Elementen der Dioptrik leicht einsehen. Ist der Apparat gegeben, so besitzt jedes ametropische Auge einen bestimmten, leicht zu berechnenden Werth von D und einen von D_1, welche zu einander gehören. Stimmt bei dem Versuch nicht D mit D_1, so kann man ungenaue Einstellung, unter Umständen auch Simulation erkennen. Wenn hingegen bei dem Versuch D mit D_1 harmonirt, so ist die Sicherheit gegeben, dass der Patient genau eingestellt hat, eine Sicherheit, welche

man bei der Prüfung mit gewöhnlichen Brillengläsern und Optometern nicht in dieser Weise erreichen kann."

Wir gehen jetzt über zu den Apparaten, welche **zur Prüfung des Farbensinns** dienen.

Diese sind in wahrem Sinne als modern zu betrachten, da man gerade in den letzten Jahren sich praktisch mit der Frage beschäftigt hat wegen der Gefahren, die durch farbenblinde Weichensteller, Lokomotivführer u. s. w. der Gesellschaft drohen.

Wir erwähnen hier[1]) das Doppelspektroskop nach Hirschberg zur Untersuchung auf Farbenblindheit, von Dörffel angefertigt (Fig. 230). Es



Fig. 230 (1/5 natürl. Gr.).

ist das Vierordt'sche Spektroskop mit einem Prisma, aber mit zwei unter einem Winkel gegen einander gestellten Kollimatorröhren. Jede von beiden hat ihren Spalt, der durch einen Lichtquell beleuchtet wird. Der eine Spalt ist zunächst in seiner oberen, der andere in seiner unteren Hälfte durch eine bewegliche Metallplatte verschlossen. Folglich erscheinen dem beobachtenden Auge die beiden Spektra übereinander, das brechbare Ende des einen nach rechts, das des anderen nach links gewendet. Mit Hülfe des Vierordt'schen Schiebers wird aus dem Doppelspektrum ein schmaler Streifen ausgeschnitten, der im allgemeinen aus 2 verschiedenen Spektralfarben zusammengesetzt ist. Die obere Hälfte des Streifens kann mittels des Schiebers beliebig gewählt und dann festgestellt werden. Nun-

[1]) Vergl. den Bericht des Herrn Vogel, S. 394.

mehr kann man die untere Hälfte des vertikalen Farbenstreifens durch eine Mikrometerschraube, welche das zweite Kollimatorrohr langsam dreht, von dem rothen bis zu dem violetten Ende des Spektrums beliebig variiren, ohne dass dieselbe aufhört, die direkte Fortsetzung der oberen Hälfte des Farbenstreifens zu bilden. Somit bleibt immer der bequem sinnliche Vergleich der beiden spektralen Farbentöne gewahrt.

Hiermit kann man Alles untersuchen, was zur physikalischen Bestimmung eines Falles von Farbenblindheit nothwendig ist:

1. ob für ihn die Grenzen des Spektrums eingeengt sind;
2. wo für ihn der hellste Streifen des Spektrums liegt;
3. wo für ihn die neutrale Zone liegt;
4. welches für ihn die beiden Verwechselungsfarben sind[1]).

Um praktisch zu entscheiden, ob ein Mensch mit herabgesetztem Farbensinn noch brauchbar ist für den Eisenbahndienst, benutzt man am besten den Apparat von Donders mit den originalen farbigen Signallichtgläsern, die transparent zu betrachten sind, während die Grösse der Lichtöffnung durch einen einfachen Schieber beliebig verändert werden kann. Im dunklen Zimmer auf etwa 5 Meter Entfernung untersucht der farbennormale Beobachter, bei welchem Durchmesser der Lichtöffnung er die Farben, namentlich roth und grün, absolut sicher unterscheiden kann, wenn die Gläser von hinten mittels einer Normalkerze in konstanter Entfernung beleuchtet sind. Ist die normale Farbenperzeption = 1, wenn die Lichtöffnung den Durchmesser 1 hat, so ist in konkretem Fall, wenn die Lichtöffnung vom Durchmesser 2 erforderlich wird, die Farbenperzeption $= (1/2)^2 = 1/4$ u. s. w. Um rasch die Diagnose der Farbenblindheit zu stellen, bedient man sich der Wollproben (nach Holmgren) oder der Wollprobentafel (nach Daae), die im Verlage von Dörffel erschienen ist.

Die erworbene Farbenblindheit (namentlich durch Nikotin- oder Alkoholintoxikation) ist für den Eisenbahndienst noch wichtiger als die angeborene. Zur Prüfung nimmt man mittels des Perimeters oder der graduirten Tafel ein Farbengesichtsfeld auf (Schemata des normalen nach Hirschberg, bei Dörffel erschienen, waren ausgestellt). Die Störung beruht auf einer Verdunkelung (Farbenskotom) im Zentrum des Gesichtsfeldes.

---

[1]) Die Erfahrung lehrt, dass, abgesehen von dem überaus seltenen Fall der totalen Farbenblindheit, 3 Arten von partieller Farbenblindheit bei guter Sehschärfe angeboren vorkommen. Dieselben sind nach der Häufigkeit geordnet: 1) Grünblindheit: Das Spektrum ist unverkürzt, der neutrale Streifen desselben liegt im Grün, die hellste Stelle (wie normal) im Gelb. 2) Rothblindheit: Das rothe Ende des Spektrums ist verkürzt, die neutrale Zone liegt im Grünblau, die hellste Stelle ist vom Gelb etwas nach dem violetten Ende hin verschoben. 3) Violettblindheit (Blaublindheit): Das violette Ende des Spektrums ist verkürzt, das Maximum der Helligkeit etwas nach dem rothen Ende hin verschoben. Angeborene Farbenblindheit betrifft etwa 3 % der Menschen, aber ausserordentlich viel seltener Frauen als Männer. Violettblindheit ist weit seltener als Roth- und Grünblindheit.

Die elektrischen Laboratoriums- und die elektromedizinischen Apparate.

Berichterstatter:
Dr. A. Christiani, Prof. an der Universität zu Berlin.

Verschiedene thermo-elektrische Batterien Noë'schen Systems hatte P. Dörffel ausgestellt, von denen namentlich die „Sternsäule No. 2" nach der mehrjährigen Erfahrung des Berichterstatters überall da zu empfehlen ist, wo es sich darum handelt, bei mässiger Stromstärke absolute Konstanz zu erreichen und wo man sich der Anwendung von Säureketten entschlagen will oder muss. Eine gewiss erwünschte Aenderung an diesen Säulen besteht in der Anbringung zweier Klemmschrauben an Stelle der festen Poldräthe. Ausserdem hat Dörffel die positiven Elemente mit ihrer Basis direkt auf Verlängerungen der Kühlplatten aufgesetzt, anstatt, wie Noë dieses, um Metall zu sparen, that, den Enden der Kühlplatten knieförmig gebogene Ansatzstücke aufzulöthen und erst an diesen die positiven Zylinder anzubringen. Bei dem jetzigen Aufbau wird eine wegen der Sprödigkeit der positiven Legirung leicht einmal nothwendig werdende Reparatur der Säule ungemein vereinfacht. Die Anwendung Bunsen'scher Brenner zur Heizung der Sternsäulen kann, wenigstens bei messenden Versuchen, nicht empfohlen werden, weil die Hitze der nichtleuchtenden Gasflammen zu gross ist, die zum Theil leuchtend gemachte Flamme aber durch Absetzung von Russdendriten an den Heizstiften die Konstanz der Säule gefährdet[1]).

In den Fällen, wo man elektrischer Ströme von grösserer Intensität aber nur kurzer Dauer bedarf, ist in den letzten Jahren die Zinkkohlenkette als Tauchapparat mit einer Lösung von Kaliumbichromat in verdünnter Schwefelsäure vielfach empfohlen und angewendet worden. Die Zink- und Kohlenplatten sämmtlicher Elemente einer Tauchbatterie sind an einem gemeinschaftlichen Holzrahmen befestigt, so dass sie gleichzeitig in die Flüssigkeit hineingetaucht und aus ihr herausgehoben werden können.

[1]) Poggdff. Ann. Ergbd. VIII, 579: Christiani, über Behandlung Noë'scher Sternsäulen.

Eine solche aus 16 Zellen bestehende und mit Pachytrop versehene Tauchbatterie wurde von Keiser & Schmidt vorgeführt; hierher gehörte auch die zu galvanokaustischen Zwecken mit besonders grossen Erregerplatten ausgerüstete zweielementige Tauchbatterie nach Middeldorpf und Bruns. Auch eine Tauchbatterie von 10 Zellen ohne Pachytrop war zur Schau gestellt.

Werden Ströme von grosser Intensität und langer Dauer gebraucht, so sind Elemente mit zwei verschiedenen Flüssigkeiten bisher kaum zu umgehen; man greift immer wieder zum Bunsen und Grove. Die Zusammenstellung einer Bunsen'schen oder einer Grove'schen Batterie ist aber bekanntlich nicht nur zeitraubend, sondern auch wegen der dabei anzuwendenden Salpetersäure die Gesundheit gefährdend. Durch die von Keiser & Schmidt ausgestellte galvanische Tauchbatterie für Elemente mit zwei Flüssigkeiten nach Dr. Albert Hertz (Poggdff. Ann. Bd. 160, 496) wird diesen Uebelständen auf einfache Weise abzuhelfen gesucht. Durch Herausheben sämmtlicher, an einem Holzrahmen befestigten Plattenpaare aus den Gläsern, werden nicht allein diese Plattenpaare ausser Kontakt mit den Säuren, sondern auch diese ausser Kontakt mit einander gebracht, so dass eine Vermischung der letzteren während des Nichtgebrauches der Batterie verhindert wird. Der untere Theil einer jeden porösen Thonzelle ist nämlich für Flüssigkeiten undurchgängig gemacht und die Erregerplatten der Elemente sind an ihren unteren Enden so geformt und mit solchen durch Säuren unzerstörbaren Ansätzen versehen, dass beim Eintauchen die Säuren aus den unteren Theilen der Zellen in die oberen verdrängt werden. Dann erst werden die eigentlichen Polplatten und der porös gebliebene Theil der Thonzelle von den Säuren umspült und dann erst tritt also die Batterie in Thätigkeit. Beim Herausheben der Platten mit den an ihnen befestigten Ansätzen wird der untere Theil der Gefässe wieder frei, die Säuren fliessen der Schwere folgend in denselben zurück und können sich, nunmehr wieder durch den undurchgängigen Theil der Thonzelle getrennt, nicht mit einander vermischen. Das beschriebene Hertz'sche Prinzip ist von Keiser & Schmidt auf die Bunsen'sche Zinkkohlenkette in Anwendung gebracht, und es war von ihnen eine solche aus zwei Elementen bestehende Batterie ausgestellt.

Erwähnung verdient ferner eine von Keiser & Schmidt gebaute zwanzigzellige, mit Pachytrop versehene, sekundäre oder Polarisationsbatterie, sowie die Sammlung von sonstigen Ketten, konstanten wie nicht konstanten, aller Art und Grösse, welche diese Firma zusammengestellt hatte. Auch der von derselben Fabrik vorgeführten Funkeninduktoren, deren einer riesige Dimensionen besass, möge hier gedacht werden.

Sehr sauber ausgeführte Influenzmaschinen nach Holtz zeigten J. R. Voss und Glaue. Die Maschine von Voss hat eine feststehende Scheibe von 58 cm und eine rotirende Scheibe von 52 cm Durchmesser.

Die Schlagweite soll über 25 cm betragen. Glaue hat an seinem Exemplare die Aufstellung der Theile dahin vereinfacht, dass er die Sauger nicht auf besonderen Ebonitsäulen einzeln vom Grundbrett aus sich erheben lässt, sondern dieselben unmittelbar mittels eines isolirenden Zwischenstückes inmitten derselben Achse befestigt, an der die rotirende Scheibe sich befindet. Die an den Influenzmaschinen gewöhnlich vorhandenen Polklemmen mit verstellbaren Hülsen vermisst man an dem Glaue'schen Exemplare wohl nur ungern, selbst wenn dasselbe auch nur für Schulzwecke bestimmt sein sollte.

Eine Elektrisirmaschine nach Winter (Scheibe: 30,5 cm) mit Nebenapparaten, Entlader mit Scharnier, Leydener Flasche, Glockenspiel, Flugrad u. s. w. hatte Gebhardt und eine aus vier grossen Leydener Flaschen gebildete Batterie hatten Keiser & Schmidt gegeben.

Elektrische Messapparate stellten ausser Siemens & Halske[1]), J. R. Voss, W. Langhoff, Keiser & Schmidt, F. Ernecke und Berthold Pensky aus.

Ernecke sowohl wie Keiser & Schmidt hatten Galvanometer mit astatischen Nadelpaaren geliefert; Langhoff hatte eine sehr sauber ausgeführte Sinusbussole vorgeführt und Voss hatte, ausser einer Spiegelbussole nach Wiedemann, ein Funkenmikrometer und ein elektrisches Thermometer nach Riess, sowie ein Fechner'sches Elektrometer mit von aussen verstellbaren Polplatten gebracht.

Die Pensky'schen Apparate zeigen einen besonderen Fleiss und hohe Eleganz in der Ausführung; es waren ein Spiegelgalvanometer mit Siemens'scher Dämpfung und Glockenmagnet und ein Quadrantenelektrometer nach Thomson.

Was zunächst das Spiegelgalvanometer betrifft, so lehrte der Anblick desselben, dass es dem Erbauer weniger daran gelegen war, grösstmögliche Empfindlichkeit[2]), als vielmehr andere Vorzüge für seinen Apparat zu erzielen, die in der Art der Aufstellung des Dämpfers zu suchen sind. In einem Dreifuss mit Stellschrauben befindet sich nämlich ein zentraler Zapfen, auf welchem drehbar der Schlitten zur Aufnahme der Multiplikatorrollen angebracht ist. Dieser Zapfen trägt einen starken vertikalen Ring, in welchem sich, von vier radialen Stellschrauben gehalten, eine bis auf die Magnetkammer massive Kupferkugel von 6 cm Durchmesser befindet. Die Kugel ist mit einer eingedrehten Rinne versehen, in welche die abgerundeten Enden der vier Stellschrauben greifen, so dass die Kugel sowohl in dem etwas grösseren Ringe verschoben und um eine horizontale Achse gedreht, als auch bequem herausgenommen werden

[1]) Vergl. den Bericht des Herrn Frölich.

[2]) vergl. Christiani: „über Dämpfung nach Astasirung an Spiegelbussolen“; Wiedemann Beiblätter III, 627—628.

kann, damit man das logarithmische Dekrement des Magnets bei möglichst kleiner Dämpfung bestimmen könne. Jede der beiden Multiplikatorrollen ist übrigens aus zwei neben einander laufenden Drähten gebildet, deren vier Enden zu einem an der Rolle befindlichen Stöpselumschalter führen, welcher sämmtliche möglichen Kombinationen der stromführenden Drähte gestattet.

Das von Pensky nach Thomson'schem Prinzipe ausgeführte Quadrantenelektrometer wird durch die Fig. 231 u. 232 dargestellt, von denen erstere das justirt aufgestellte Instrument mit theilweise durchbrochenen Wänden — um die wesentlichen Theile des Innern sichtbar zu machen — zeigt, Fig. 232 eine Darstellung der radialen Verschiebungsweise der Quadranten giebt. Auf einer runden Platte *P*, deren angegossene Fortsätze von drei Säulen mit Stellschrauben getragen werden, befinden sich vier unter 90° auf einander treffende Schieber *s*, welche, auf Glasstäben isolirt, die vier Quadrantenschnitte *q* eines vertikalen hohlen Messingzylinders tragen. Im Inneren desselben hängt ein zweiter Hohlzylinder von Aluminium, von welchem jedoch nur zwei gegenüberliegende Segmente von etwa 60° ausgeführt sind. Eines dieser Segmente *A* wird in Fig. 231 sichtbar.

Durch die Platte *P* ragen nach unten, durch Schlitze gehend, vier in den Schiebern *s* befindliche Stifte mit kleinen Röllchen *r* (Fig. 232), die sich in den vier in eine konzentrisch drehbare Scheibe *S* gefrästen Kurven bewegen. Bei der durch Kronrad und Trieb *t* bewirkten Drehung der Scheibe *S* werden die Rollen *r* und mit ihnen die Schieber *s* radial bewegt, und so kann die Entfernung der Quadranten *q* von einander behufs Regulirung der Empfindlichkeit geändert werden. Die Grösse der Drehung der Kurvenscheibe wird mittels Index *J* an einer auf dem Rande der Platte *P* aufgetragenen Theilung abgelesen. Man ist dadurch im Stande für bestimmte Zwecke dieselbe Empfindlichkeit herzustellen. Zur Vermeidung des etwaigen todten Ganges der Rollen in den Kurven werden die Schieber *s* durch Federn beständig nach der Mitte gedrängt.

Unterhalb der zentral durchbrochenen Platte *P* befindet sich, durch drei Schrauben und Bajonnetverschluss *v* gehalten, ein Metalltopf *T* (Fig. 231) zur Aufnahme eines Glimmerkondensators, dessen eine Belegung durch das Gestell zur Erde abgeleitet wird, während die andere durch ein darin stehendes Gefäss mit Schwefelsäure und einen in dieselbe tauchenden Platinstreifen mit dem suspendirten Körper *A* verbunden ist.

Die Quadranten, deren je zwei gegenüberliegende durch Spiralen leitend verbunden sind, werden von einem Metallgehäuse *B* umschlossen, welches mit einer Spiegelglasplatte *c* bedeckt wird. Letztere kann durch drei im Rande von *B* befindliche Schrauben *b* zentrirt werden und ist auch drehbar. Das Metallgehäuse ist mit zwei Oeffnungen versehen, durch welche die vergoldeten Klemmen k_1, die Zuleitungen zu den Quadranten, isolirt hindurchgehen. Die Glasplatte *c* trägt in ihrer Mitte

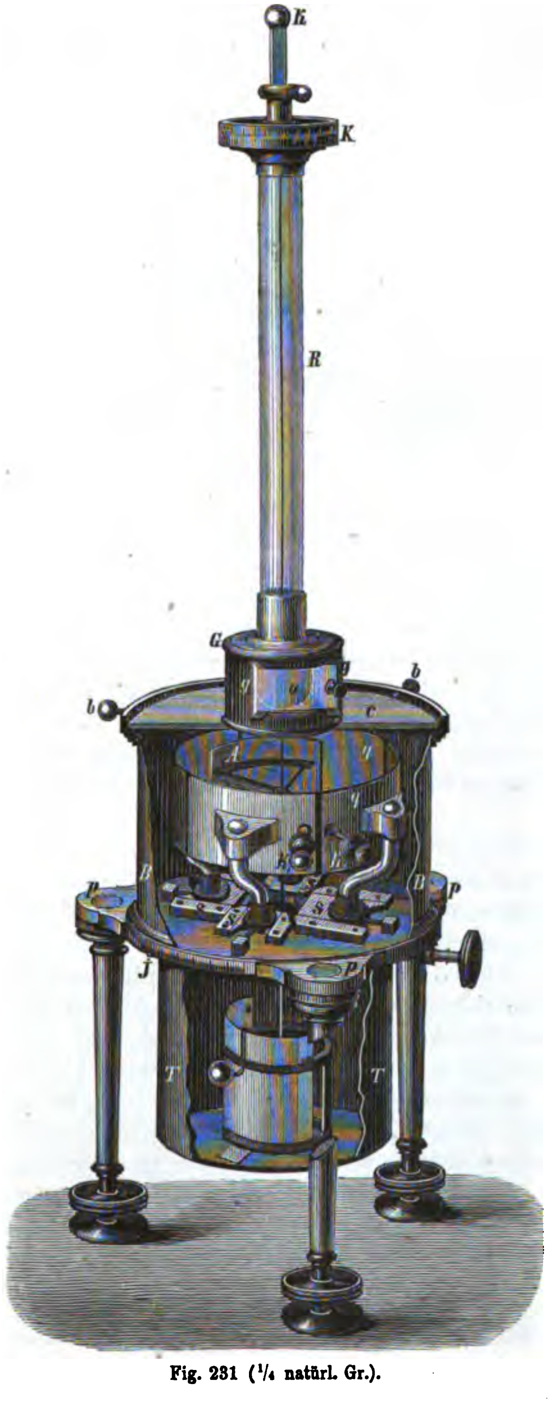


Fig. 231 ($^1/_4$ natürl. Gr.).

das Spiegelgehäuse *G*, einen kleinen Zylinder mit einem durch einen ebenen Glasschieber *g* verschlossenen Ausschnitt. In diesem Zylinder kann der mit dem Körper *A* verbundene leichte Planspiegel *a* frei schwingen.

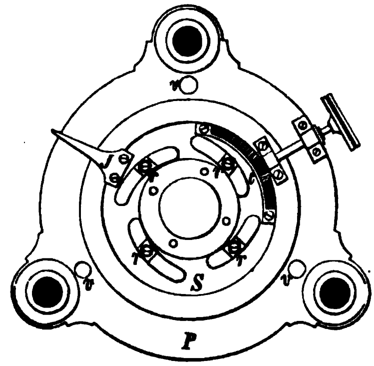


Fig. 232.

Der Spiegel wird durch drei leicht federnde Klemmen, deren Druckrichtung in der Ebene des Spiegels liegt, gehalten, so dass eine Deformation des Spiegels ausgeschlossen wird.

Das Spiegelgehäuse *G* nimmt die Fassung eines Glasrohrs *R* auf, an dessen oberem Ende sich ein getheilter Knopf *K* mit Nonius befindet, welcher Torsionsversuche gestattet, wie andererseits ein für die Fadenaufhängung bestimmter, den Theilknopf durchsetzender Zylinder mit vergoldetem Kugelknopf *k* die Hebung und Senkung des schwebenden Körpers *A* ermöglicht.

Wasserzersetzungsapparate nach Hofmann in vorzüglicher Ausführung hatten Ch. F. Geissler Sohn (Albert Geissler) und Dr. R. Muencke gebracht. Erstgenannte Firma exzellirte namentlich auch durch Geissler'sche Röhren von ausserordentlicher Grösse und kunstreich in einander verschlungenen Formen. Das eine dieser grossen Röhrengeflechte hatte die Form eines von einem Uranglaskugelkranze umrahmten Reichsadlers und maass 70 cm im Durchmesser; die Röhre enthielt fünf verschiedene fluoreszirende Flüssigkeiten und leuchtete nach mit rothem Lichte. Eine andere grosse Röhre enthielt drei durch ineinander geblasene Kugeln getrennte Vakuen, die mit Stickstoff, wasserfreier Schwefelsäure und Elaylgas gefüllt waren. Auch eine Kollektion von Spektralröhren, mit verschiedenen chemisch reinen Gasen und sonstigen Stoffen gefüllt, war von Geissler beigefügt.

Grosse Elektromagnete zu diamagnetischen Versuchen hatten Keiser & Schmidt und Ernecke ausgestellt. Voss hatte eine elektromagnetische Betriebsmaschine nach Helmholtz[1]) gebracht.

[1]) Vergl. den Bericht des Herrn Giese im Anhang, 8.

Telephone gaben Glaue, Gebr. Naglo und W. Horn.

Dr. Lüdtge in Berlin, dessen Mikrophon, von ihm Universaltelephon genannt, bereits am 12. Januar 1878 patentirt wurde[1]), hat neuerdings sein Instrument ungemein vervollkommnet. Zunächst ist zu bemerken, dass bei demselben ein besonderes Anrufesignal nicht erforderlich ist; bringt man nämlich ein Bell'sches Telephon mit dem Lüdtge'schen Mikrophon in Berührung, so entsteht sowohl bei der Aufgabestation, wie bei der Empfangsstation ein reiner tiefer durchdringender Ton, der Aehnlichkeit mit dem Ton eines Nebelhorns hat und weithin gehört wird. Auch dieses dem Mikrophon ganz eigenthümliche Signal ist Lüdtge's Erfindung.

Die nähere Konstruktion des von Horn ausgestellten Lüdtge'schen Universaltelephons ist folgende:

Der wesentlichste Theil des Instrumentes (Fig. 233 giebt Seiten- und Oberansicht) ist der Kontakt zwischen den beiden elektrisch-leitenden, festen Körpern *a* und *b* (am besten Kohle, Eisen, Platin). Das eine Kontakt-

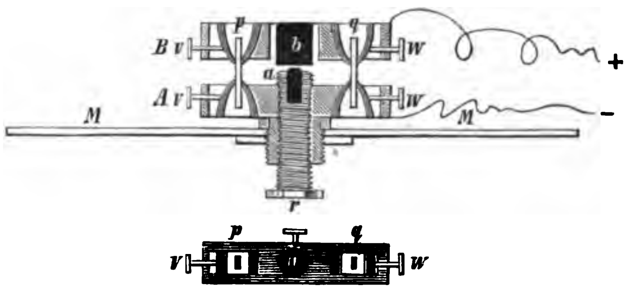


Fig. 233.

stück *b* ist an der Kontaktstelle eben, das andere *a* kugelig abgerundet. Durch diese Kontaktstelle wird der elektrische Strom geleitet und die Veränderungen, welche der Widerstand während des Sprechens an dieser Stelle erfährt, bewirken entsprechende Vibrationen der Platte des Empfangstelephons, mithin die Reproduktion des Gesprochenen. Eigenartig ist nun bei der Lüdtge'schen Konstruktion vor allem, dass beide Kontaktstücke, zu einem System vereinigt, auf der Mitte der schwingenden Membran *M* befestigt sind. Wie Fig. 233 zeigt, steckt das Kontaktstück *a* in der viereckigen Messingfassung *A*, *b* ebenso in *B*, beide Messingfassungen *A* und *B* sind durch 2 Kautschukstreifen *p* und *q* mit einander verbunden. Die Schräubchen *v* und *w* sollen dazu dienen, durch Zusammendrücken der Kautschukstreifen *p* und *q* die dämpfende Kraft derselben zu reguliren.

[1]) Also sehr viel früher als die ersten Mikrophonnotizen von Hughes und Edison herauskamen. Chem. News XXXVII, 197—199; 1878. 17. Mai. Vergl. ferner Sklarek, der Naturforscher Bd. XI, 211, Wiedemann, Beiblätter III, 659 und Polyt. Notizblatt XXXIV, 97—100.

Fig. 234 giebt einen Totaldurchschnitt des älteren Lüdtge'schen Apparates mit Andeutung der Linienschaltung. *S* ist der Schallbecher, *M* die Holzmembran, *F* deren Fassung, *Z* sind Zapfen zur drehbaren Aufhängung des

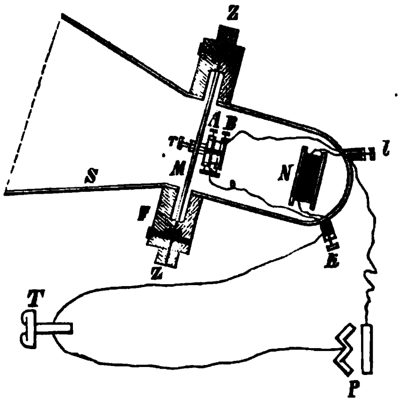


Fig. 234.

Apparates in einem Stative. Ferner sind *A* und *B* die beiden Kontakthülsen, *r* eine Schraube, welche durch Bewegung des einen Kontaktstückes die grobe Einstellung besorgt, *N* eine Nebenschliessung, *k* und *l* Drahtklemmen, *P* die Batterie (1 bis 3 Leclanché), *T* das Empfangstelephon.

Die feine Einstellung wird durch Drehen des ganzen Apparates um eine horizontale Achse in den Zapfen *Z* bewerkstelligt: die Empfindlichkeit des Apparates ist so gross, dass die bei der Drehung auftretende geringe Aenderung des Druckes von *A* gegen *B* genügt, den Kontakt zu reguliren.

Bei der neueren Konstruktion (Fig. 235 u. 236) ist der Schalltrichter *S*

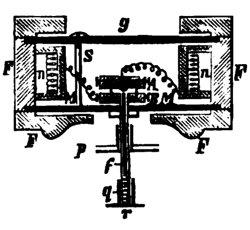


Fig. 235.

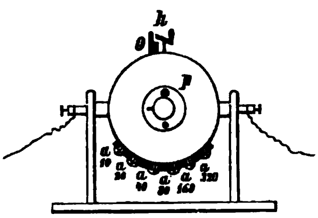


Fig. 236.

fortgelassen, dafür aber eine zweite Holzmembran *g* zum Ansprechen eingefügt, welche durch den Steg *s* mit der die Kontaktvorrichtung *A B* tragenden Membran *M* in fester Verbindung steht. Der Nebenschliessungsdräthe *n* sind hier mehrere vorhanden; sie alle sind in der Holzfassung *F*

verborgen und werden durch Lüftung der Schrauben *a* (Fig. 236) eingeschaltet. Ihre Widerstände in Siemens-Einheiten sind durch die bei *a* angegebenen Zahlen ausgedrückt. Welche der Nebenschliessungen die grösste Deutlichkeit für den Apparat schafft, ist für jede Aufstellung durch den Versuch zu ermitteln. Durch die Schraube *r* und die Spiralfeder *q* wird der in der Elfenbeinplatte *p* eingeklemmte Kontaktstift *f* vorgedrückt. *o* und *h* sind Theile eines Schlüssels.

Einen Thermotelegraphen[1]) konstruirte G. A. Schultze nach dem Prinzipe des Breguet'schen Metallthermometers[2]). Dieser Apparat ist bei Heizungsanlagen grösserer Gebäude neuerdings mehrfach in Anwendung gebracht. Er dient dazu, dem Heizer von der Ueberschreitung gewisser Temperaturgrenzen in den zu heizenden und zu ventilirenden

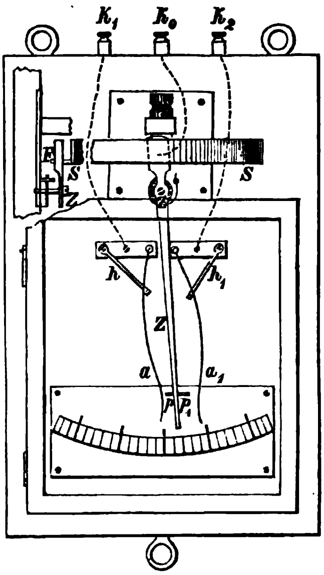


Fig. 237 (1/4 natürl. Gr.).

Räumen Kunde zu geben. *S* (Fig. 237) ist eine aus zwei Metallen, Kupfer und Stahl, gebildete Kompensationsspirale, welche bei Temperaturschwankungen mittels des an ihrem freien Ende befindlichen Fortsatzes *F*[3]) ein

[1]) Auch Metallthermoelektrograph genannt.

[2]) Man vergleiche auch Hipp's automatischen Wärmeregulator zur Erzielung konstanter Temperatur in geschlossenen Räumen, Carl's Repertor. Bd. IV, 201, 1868.

[3]) Fig. 237 giebt die Vorderansicht des ganzen Apparates, bei welcher der sich gegen das obere Ende des Hebels *Z* anlehnende Fortsatz *F* nicht sichtbar ist. Es ist deshalb oben links ein Theil der Seitenansicht des Apparats beigefügt worden.

Hin- und Hergehen des Kontakthebels Z veranlasst, so dass schliesslich letzterer, je nachdem Abnahme oder Zunahme der Temperatur stattgefunden hat, mit der Platinspitze p oder p_1 den Anschlag a oder a_1 berührt, wodurch der Schliessungsbogen einer galvanischen Kette geschlossen wird. Die Klemmen k_0, k_1, k_2 stehen nämlich durch Dräthe in leitender Verbindung mit Z, a und a_1, wie die punktirten Linien in der Figur es andeuten, und in k_0 ist der eine Poldraht der erwähnten galvanischen Kette befestigt, während der andere Poldraht in ein Galvanometer führt, dessen beide Multiplikatorgewinde die Magnetnadel im entgegengesetzten Sinne zu drehen streben. Da aber die beiden Multiplikatoren, der eine in k_1, der andere in k_2, endigen, so kann nur derjenige von ihnen wirken, für welchen Schluss durch Z vermittelt ist. Wegen der Verstellbarkeit der Halter h und h_1 können a und a_1 einander sehr nahe gebracht und somit die Temperaturen, für welche kein Kontakt zu Stande kommt, sehr eng begrenzt werden. Die kleine bei z sichtbare elastische Spiralfeder dient dazu, das obere Ende des Kontakthebels Z mit dem zurückweichenden Fortsatze F in Verbindung zu erhalten.

Das Uebrige leuchtet wohl von selbst ein, dass nämlich der Heizer aus dem Sinne des Galvanometerausschlages ohne Weiteres ersieht, ob der von ihm zu bedienende Raum zu kalt oder zu warm geworden sei. Ebenso ist es selbstverständlich, dass der Heizer durch ein zwischen Kette und Galvanometer eingeschaltetes Läutewerk mit elektromagnetischer Auslösung davon benachrichtigt werden kann, dass sein Eingreifen überhaupt erfordert werde.

Der Bedeutung der Elektrodiagnostik, den Heilerfolgen elektrischer Kuren und den daraus entspringenden Anforderungen der Praktiker, einen überall und jederzeit bereiten elektrischen Apparat zu besitzen, verdankt ein eigener Zweig der ausführenden Mechanik, die Anfertigung elektromedizinischer Apparate, das Dasein. Da je nach Art des vorliegenden Falles bald konstante, bald induzirte Ströme zur Anwendung gelangen und da auch mit Richtung und Intensität des Stromes gewechselt werden soll, so würde die jedesmalige Zusammenstellung aus den üblichen Instrumenten der physikalischen und physiologischen Laboratorien zu zeitraubend und auch zu umfangreich ausfallen, als dass der beschäftigte Praktiker in genügend ausgiebiger Weise zu elektrotherapeutischen und elektrodiagnostischen Hilfsmitteln zu greifen sich bewogen fühlen möchte. Es ist daher die zweckmässige Zusammenstellung eines elektromedizinischen Apparates eine unzweifelhaft berechtigte und dankbare Aufgabe.

In Berlin beschäftigen sich speziell mit der Konstruktion elektromedizinischer Apparate hauptsächlich zwei früher vereinte, jetzt getrennte Firmen, die von W. A. Hirschmann und die von R. Krüger. Diese

Beiden, sowie auch Keiser & Schmidt stellten dergleichen Apparate aus.

Trotz der grossen Anzahl der auf diesem Gebiete vorhandenen Apparate unterscheidet sich kein einziger prinzipiell von den entsprechenden physikalisch-physiologischen Apparaten; es ist eben nur die Rücksicht auf Kompendiosität und Leichtigkeit der Handhabung, welche der Form und Gruppirung nach die elektromedizinischen Instrumente von denen der Mutterdisziplinen abweichen lässt. Hieraus ist also auch leicht erklärlich, dass mit wenigen Ausnahmen die verschiedenen Modifikationen der elektromedizinischen Apparate gleichen Anspruch auf Legitimität erheben dürfen.

Dem praktischen Bedürfniss entsprechend haben sich folgende zwei auf der Ausstellung in mustergültigen Exemplaren vertretene Hauptarten elektromedizinischer Apparate eingebürgert:

1. stationäre Apparate für konstante und induzirte Ströme;
2. transportable Apparate für konstante und induzirte Ströme.

Was die erstere dieser beiden Hauptarten betrifft, so sind bei ihr die Elemente der Batterie, 40 bis 60 an der Zahl, so gewählt, dass ihre Füllung möglichst lange Zeit hindurch nicht erneuert zu werden braucht. Hirschmann führt das von ihm durch Vergrösserung der Thonkappe noch modifizirte, sogen. Siemens-Remak'sche Element, Krüger das entsprechende Siemens'sche Stopfelement. Die Elemente sind bei Hirschmann in einem Schranke aufzustellen, der, sehr elegant in Nussbaum ausgeführt, auf Rollen steht und vorn und hinten zu öffnen ist, so dass sowohl Aufstellung wie Revision der Elemente sehr bequem gemacht ist. Auf der Deckplatte dieses Schrankes befinden sich, horizontal aufgebaut und unter Glasverschluss, das Induktorium und die übrigen Nebenapparate. Die Höhe des Schrankes ist so gewählt, dass der Arzt, vor ihm sitzend, die Apparate bequem erreichen kann. Krüger hatte keinen Schrank, sondern nur den betreffenden Aufsatz ausgestellt, auf welchem zum Theil horizontal, zum Theil vertikal, das sogen. Tableau bildend, die einzelnen Instrumente angeordnet sind.

Fig. 238 zeigt diesen von Krüger ausgestellten stationären elektromedizinischen Apparat nach Ziemssen. Linker Hand sieht man das Schlitteninduktorium nach E. du Bois-Reymond, rechter Hand den Rheostaten, welcher durch Kurbeleinstellung die Einschaltung folgender Widerstände (in Siemens-Einheiten) gestattet:

0; 1; 2; 4; 6; 8; 10; 20; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100; 125; 150; 200; 250; 300; 400; 500; 750; 1000; 1500; 2000; 3000; 4000; 5000.

In der Mitte, nach vorn zu, bemerkt man die beiden für die Aufnahme der Zuleitungsdrähte bestimmten Klemmen und dahinter den Stromwender (Kommutator). An der Spitze des Tableaus befindet sich ein Ver-

tikalgalvanometer, welches durch Entfernung des vor ihm angebrachten Stöpsels eingeschaltet wird. Die beiden darunter befindlichen Kurbeleinstellungen bilden den sog. Stromwähler, einen Apparat, welcher ein allmäliges Einschleichen in den vollen Batteriestrom gestattet. Bei der auf

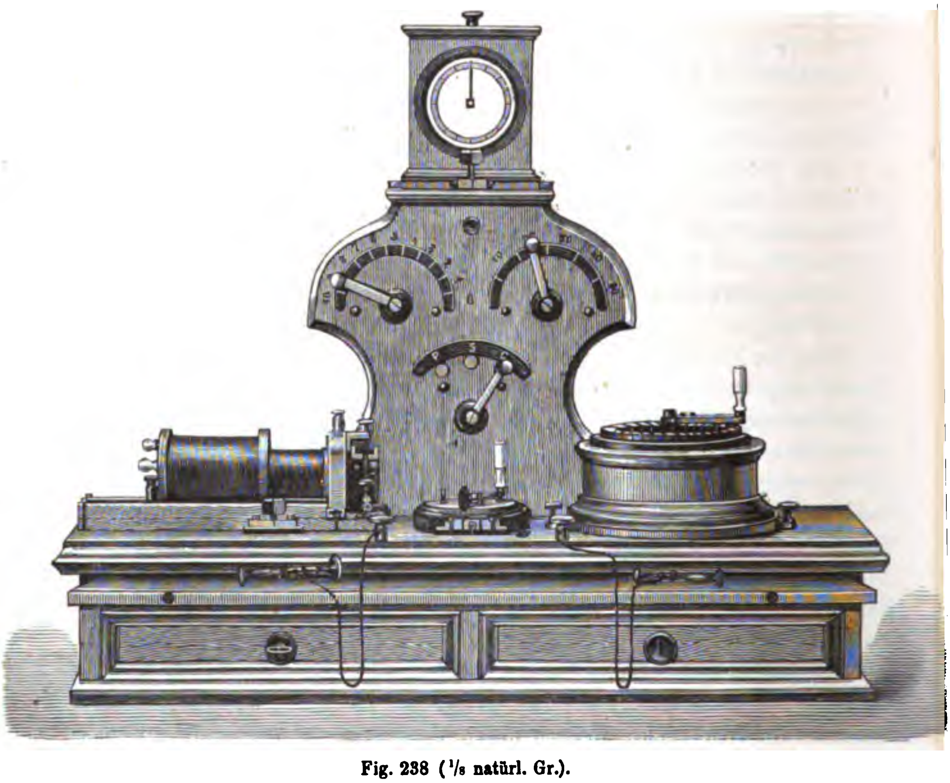


Fig. 238 (1/8 natürl. Gr.).

der Zeichnung ausgeführten Kurbelstellung wirken 29 Elemente, und zwar geben dieselben einen konstanten Strom, da die unterhalb der eben erwähnten befindliche dritte Kurbel auf konstant (*c*) eingestellt ist. Stünde dieselbe auf primär (*p*), so würde der Extrastrom der primären Rolle des Induktoriums in die Zuleitungsdrähte geführt, während bei der Einstellung auf sekundär (*s*) die gewöhnlichen in der sekundären Spirale erzeugten Induktionsströme zur Anwendung gelangen würden.

Hirschmann hat (nach Brenner) an seinem Apparate Stöpselung an Stelle der Kurbeleinstellung; jedoch hat derselbe noch einen Kurbelrheostaten besonders beigefügt. Den von Hirschmann angewendeten Brenner'schen Kommutator vergegenwärtigt Figur 239.

Derselbe Aussteller hatte auch ein Vertikalgalvanometer nach Erb vorgeführt; es kann an demselben durch Stöpselung dem Multiplikatorgewinde je nach Bedarf eine grössere oder kleinere Windungszahl ertheilt werden, so zwar, dass der Eigenwiderstand des Galvanometers:

50; 100; 150; 200

Siemens-Einheiten beträgt.

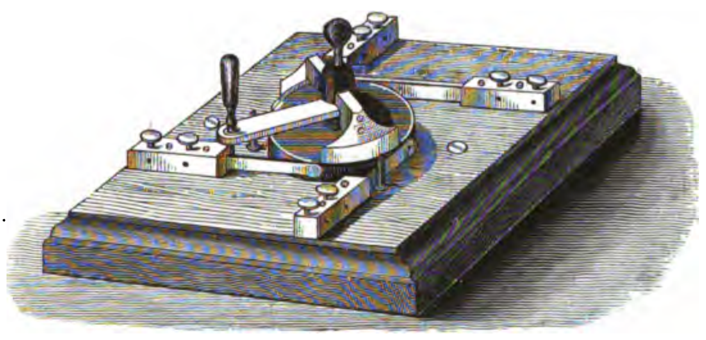


Fig. 239.

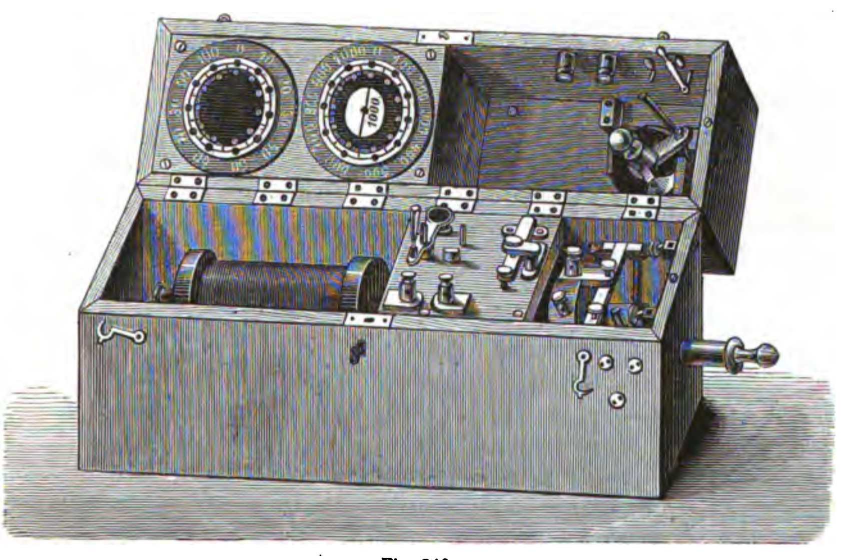


Fig. 240.

Die transportablen Apparate zur Anwendung von Induktionsströmen, welche von Hirschmann, Keiser & Schmidt und Krüger ausgestellt waren, sind in Kästen geborgene Induktorien (im grossen

und ganzen Schlitteninduktorien) mit einem oder zwei transportablen Elementen [Leclanché[1]), Platinzink-Tauchelement, Noë'sche Sternsäule]. Die sämmtlichen Instrumente für Anwendung konstanter und induzirter Ströme, mit Ausnahme des Stromwählers, hat Brenner in dem von Hirschmann angefertigten transportablen Apparate (Fig. 240) in handlicher Weise vereinigt; die anzuwendende Batterie befindet sich in der Wohnung des längere Zeit hindurch der Behandlung unterworfenen Patienten.

Eine Tauchbatterie von 40 Kohle-Zink-Elementen mit Stromwähler, Galvanometer und Kommutator enthält der transportable Apparat nach Dr. Müller-Wiesbaden aus der Fabrik von Hirschmann.

In einem zweiten transportablen Apparate für konstante Ströme, der von Hirschmann[2]) und auch von Krüger ausgestellt ist, wird der Stromwähler durch Anwendung eines gegabelten Leitungsdrahtes ersetzt.

In den Tauchapparaten werden nicht die Platten in die Flüssigkeitszellen gesenkt, sondern es werden die letzteren gegen die ersteren gehoben.

---

[1]) Durch Eulenburg 1870 eingeführt, Berlin klin. Wochenschrift 1870, 171.

[2]) Durch Eulenburg 1872 eingeführt, ebenda 1872, 167.

Die elektrischen Messinstrumente und Maschinen von Siemens & Halske.

Berichterstatter:
Dr. O. Frölich in Berlin.

Unter den von Siemens & Halske ausgestellten wissenschaftlichen Apparaten begegnen wir zunächst einer reichen Auswahl von galvanischen Messapparaten, namentlich von Galvanometern und Widerstandsskalen.

Das Galvanometer, dieses wichtigste Instrument des wissenschaftlichen wie des technischen Elektrikers, war in 10 verschiedenen Formen ausgestellt, die Firma besitzt jedoch noch weit mehr Konstruktionen; von den Galvanometern an, welche zur Messung der stärksten Ströme von dynamoelektrischen Maschinen bestimmt sind, bis zu den empfindlichsten Spiegelgalvanometern waren sämmtliche Stufen vertreten.

Die stärksten Maschinenströme sind diejenigen, welche beim galvanischen Niederschlagen von Metallen im Grossbetriebe vorkommen (dieselben erreichen eine Stärke bis zu 1000 Weber'schen Einheiten, entsprechend ungefähr 1 kg Kupfer pro Stunde in einer Zelle); für diese Ströme sind bestimmt das Galvanometer für sehr starke Ströme und das Torsionsgalvanometer (nicht ausgestellt).

Das erstere wird direkt auf die Leitung zwischen der Maschine und den Zersetzungszellen aufgesetzt; es besteht aus einer Magnetnadel, welche an einer Spiralfeder mit Torsionskreis hängt. Die Nadel wird, auf eine Marke einspielend, ungefähr in die Richtung der Stromleitung gebracht, und wenn der Strom die Leitung durchfliesst, die Spiralfeder so lange tordirt, bis die Nadel wieder auf dieselbe Marke einspielt; die Stromstärke ist alsdann proportional dem Torsionswinkel. Das Instrument ist abhängig vom magnetischen Moment der Nadel, aber unabhängig vom Erdmagnetismus; es ist mehr dazu bestimmt, um Veränderungen der Stromstärke anzugeben, als um die Stromstärke absolut zu messen.

Das Torsionsgalvanometer (Fig. 241), ein feineres Instrument, wird, von der Maschine und den Leitungen entfernt, in einen Nebenschluss zu

einem Theil der Leitung eingeschaltet; es misst nicht die Stromstärke, sondern die Spannungsdifferenz an den beiden Stellen der Leitung, an welchen der Nebenschluss angebracht ist. Es besteht aus einem Glockenmagnet, der an einem Faden und zugleich an einer feinen Spiralfeder mit Torsionskreis

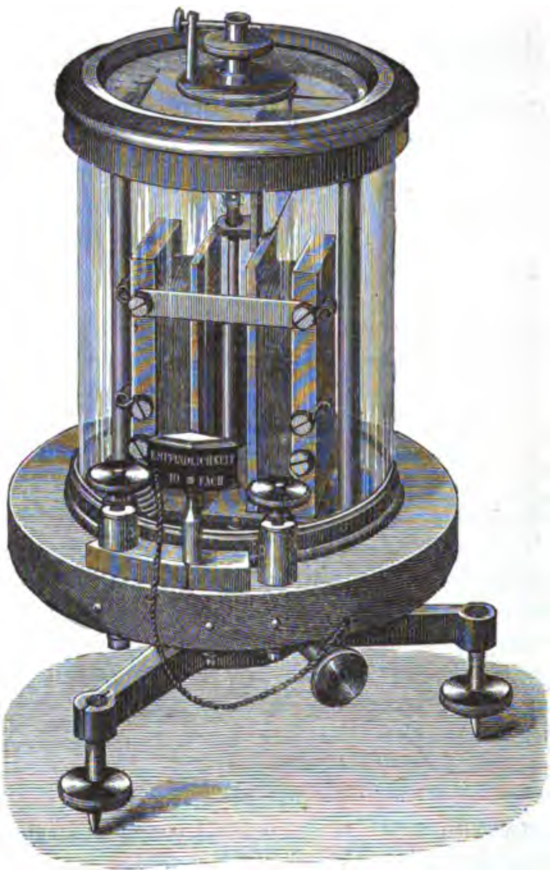


Fig. 241 (1/2 natürl. Gr.).

aufgehängt und von einem Galvanometerrahmen umgeben ist. Der Widerstand der Wickelung ist so gross, dass derjenige der Leitung zwischen den beiden Anlegepunkten dagegen verschwindet; die Einschaltung des Instrumentes übt also keinen Einfluss auf den Strom in der Leitung aus. Die Stromstärke im Instrument ist daher nur abhängig von der Spannungsdifferenz zwischen jenen beiden Punkten, wenn die Widerstände sich nicht ändern, und proportional derselben; dieselbe wird gemessen, indem der Magnet

beim Durchgang des Stromes durch Drehung der Spiralfeder wieder auf Null gebracht wird; die Spannungsdifferenz ist daher proportional dem Torsionswinkel. Durch Einschaltung eines justirten Widerstandes lässt sich die Empfindlichkeit auf den zehnten Theil erniedrigen; das Instrument wird vermittels bekannter elektromotorischer Kräfte justirt und misst Spannungsdifferenzen von 0,01 bis etwa 10 Daniell.

Gewöhnlich wird zur Messung der Maschinenströme von der Firma das Elektrodynamometer für starke Ströme angewendet. Dasselbe

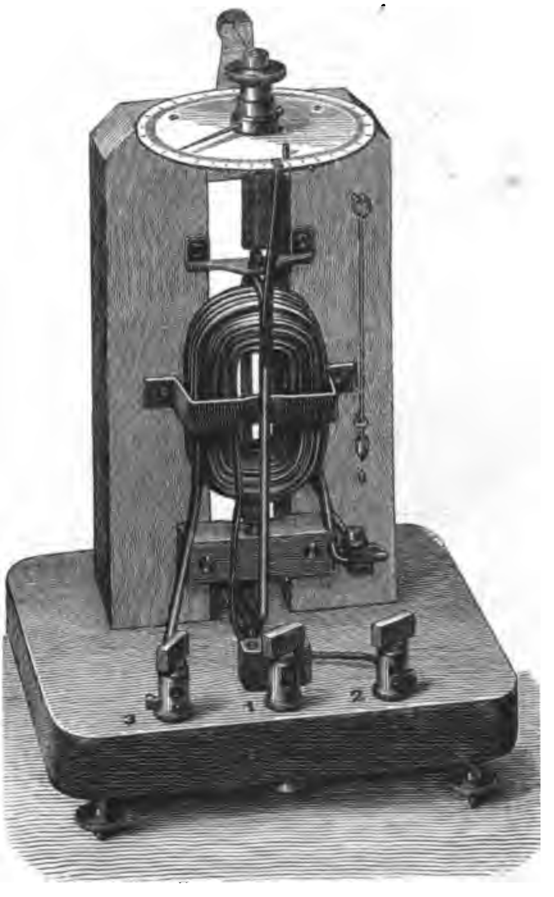


Fig. 242 (1/3 natürl. Gr.).

(Fig. 242) ist ein Weber'sches Dynamometer, bei welchem die äussere Rolle aus wenigen, die innere Rolle aus nur einer Windung dicken Drathes besteht. Da die Einwirkung des Erdmagnetismus proportional der Anzahl

der Windungen der inneren Rolle ist, wird dieselbe auf diese Weise auf ein Minimum reduzirt, so dass sich das Instrument ohne wesentlichen Fehler in jeder Ebene aufstellen lässt. Der Strom tritt durch Quecksilberkontakte in die innere Rolle sowohl ein als aus; die letztere ist an einem Faden und ausserdem noch an einer kräftigen Spiralfeder aufgehängt und mit einem Zeiger versehen; durchläuft der Strom das Instrument, so wird durch Drehung der Spiralfeder die innere Rolle wieder in die Ruhelage zurückgebracht; der an einer Theilung abzulesende Torsionswinkel ist dann proportional dem Quadrat der Stromstärke.

Der Batterieprüfer ist ein Galvanometer einfachster Art mit nur 2 Windungen; der Widerstand dieser Windungen ist ganz gering, so dass das Instrument den Vortheil gewährt, dass ein einzelnes Element und eine Batterie von Elementen denselben Ausschlag geben, wenn die elektrischen Eigenschaften der Elemente gleich sind, und umgekehrt, dass Fehler sowohl in Elementen als in Batterien sich durch den Ausschlag kundgeben.

Die Tangentenbussole ist nach Gaugain gebaut, d. h. der Ring mit den Windungen ist seitlich, in bestimmtem Abstand von der Nadel, angebracht und die Windungen liegen auf dem Abschnitt eines Kegelmantels, dessen Spitze in dem Mittelpunkt der Nadel liegt.

Die Sinusbussole und die Sinustangentenbussole besitzen die Einrichtung nach der Messungsmethode des Sinus; die erstere ist zugleich als Differenzialgalvanometer eingerichtet, die letztere, welche bereits mehrfach beschrieben ist, lässt sich zugleich als Tangentenbussole benutzen.

Bei den Differenzialgalvanometern besteht bekanntlich die Schwierigkeit, dieselben so zu justiren, dass sowohl der Widerstand der beiden Windungen, als auch die Wirkung derselben auf die Nadel gleich sind; bei den hier ausgestellten Instrumenten dieser Art ist diese doppelte Justirung erreicht, ohne eine Hülfsvorrichtung in Anspruch zu nehmen.

Von Spiegelgalvanometern waren drei Konstruktionen ausgestellt, das transportable, das aperiodische und das astatische; die Firma liefert ausserdem noch astatische Spiegelgalvanometer nach Thomson'scher Konstruktion.

Das transportable Spiegelgalvanometer (Fig. 243) ist im wesentlichen eine Nachbildung des Thomson'schen Kabelsprechgalvanometers. Die Nadel dieses Instrumentes besteht bekanntlich aus mehreren Stäbchen, welche auf dem Rücken eines kleinen Hohlspiegels aufgeklebt sind (vergl. Fig. 244); der Spiegel ist im Hohlraum eines Kupferstückes oben und unten an ganz kurzen Fäden aufgehängt, der Hohlraum vorn durch Glas verschlossen, so dass das ganze Magnetsystem in dem Kupferstück enthalten und daher bequem transportabel ist. Die von S. & H. vorgenommenen Aenderungen bestehen erstens darin, dass der Glasspiegel mit den Magnetstäbchen durch einen magnetisirten Stahlspiegel von äusserster Leichtigkeit ersetzt ist (Fig. 245), und zweitens, dass

die Lampe, deren Strahl zur objektiven Darstellung der Spiegeldrehung benutzt wird, seitlich, dicht neben dem Galvanometer und nicht hinter der Skale steht und der Strahl durch ein Prisma auf den Spiegel geworfen wird. Das Instrument ist nicht für genaue Ablenkungsmessung bestimmt.

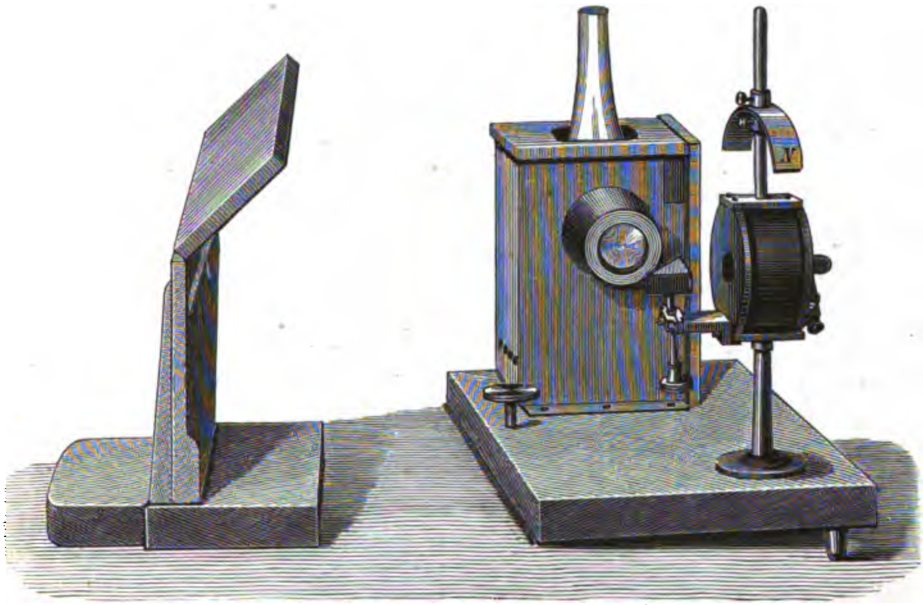


Fig. 243 (1/4 natürl. Gr.).

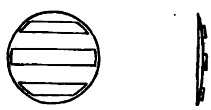


Fig. 244.

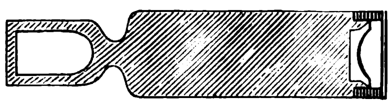


Fig. 245.

In der Konstruktion der feineren Spiegelgalvanometer hat sich bekanntlich, seitdem Gauss und Weber ihre grossen Instrumente mit schweren langen Magneten und geringer Dämpfung bauten, in England sowohl als in Deutschland eine stetige Bewegung geltend gemacht zu Gunsten von leichten, kurzen Magneten und starker Dämpfung; der Grund dieser Bewegung liegt namentlich in dem für den praktischen Elektriker so dringenden Bedürfniss nach rascher Beruhigung der Nadel. In England, wo durch das Telegraphiren auf langen Kabeln und die Fabrikation derselben das Spiegelgalvanometer eine eminente technische Bedeutung erhielt,

fand diese Bewegung ihren schliesslichen Ausdruck in dem Thomson'schen astatischen Spiegelgalvanometer; in demselben ist die Magnetaufhängung aus Aluminium gearbeitet, die Magnete sind kurze leichte Stäbchen, die Dämpfung bewirkt ein grosser Windflügel aus Aluminium oder Glimmer.

In Deutschland wandte man sich der Herbeiführung des sog. aperiodischen Zustandes zu, nachdem du Bois-Reymond durch ausgedehnte Arbeiten auf die Vortheile desselben aufmerksam gemacht hatte. In dem Galvanometer, welches auf Grund dieser Arbeiten konstruirt wurde, besteht der Magnet, der zugleich als Spiegel benutzt wird, aus einer im Verhältniss zu den Thomson'schen Magneten grossen Scheibe, welche von einem kupfernen Dämpfer umgeben ist; der aperiodische Zustand wird durch Astasie vermittels eines Richtmagnets herbeigeführt.

Die Nachtheile, die in der Anwendung hoher Astasie liegen, vermieden Siemens & Halske durch Konstruktion des Glockenmagnets; diese Form des Magnets, welche derjenigen eines aufgeschnittenen Fingerhuts ähnelt, gestattet die Herbeiführung des aperiodischen Zustandes durch blosse Anwendung eines kupfernen Dämpfers, ohne Anwendung eines astasirenden Richtmagnets. Bei dem nach diesem Prinzip konstruirten aperiodischen Spiegelgalvanometer (Fig. 246) schwingt der Glockenmagnet (Fig. 247) in der Höhlung einer Kupferkugel (Fig. 248), an welche zu beiden Seiten Drahtrollen angeschraubt werden; der Spiegel und sein Gehäuse sind nach allen Seiten drehbar. Durch die Grösse des Spiegels eignet sich das Instrument namentlich zu objektiven Demonstrationen.

Um ein Instrument von äusserster Empfindlichkeit zu bauen, muss man astatische Nadeln anwenden und jede Nadel mit Drahtrollen umgeben; solche Instrumente wurden schon seit langer Zeit in Deutschland von Siemens & Halske und Anderen gebaut; später wurde diese Konstruktion verlassen, bis Thomson wieder auf dieselbe zurückgriff. Bei diesen Instrumenten gibt man dem Magnetsystem nur einen geringen Grad von Astasie, der dadurch bestimmt wird, dass die Nadel noch mit Sicherheit und Kraft in die Ruhelage zurückkehren soll, und fügt einen Richtmagnet hinzu, der nach Belieben den Erdmagnetismus verstärkend oder schwächend gebraucht werden kann.

Das astatische Spiegelgalvanometer von S. & H. (Fig. 249, S. 454) besitzt vier Drathrollen und ein astatisches System von zwei Glockenmagneten, die in Kupfer schwingen. Bei der Konstruktion des Kupferkörpers ist die Bemerkung benutzt, dass man denselben in der Vertikalebene, welche durch die Achse des Magnets geht, zerschneiden darf, ohne die Dämpfung wesentlich zu verringern; die Kupferhülsen sind daher in je zwei Theile getheilt, von denen der eine sich abnehmen lässt, was für die Einstellung der Magnete werthvoll ist. Der Spiegel befindet sich nicht über dem Magnetsystem, sondern in der Mitte zwischen den Magneten. Hierdurch erhält das Magnetsystem eine symmetrische Form, und der Spiegel

wird bei Erschütterungen u. s. w. der ruhigste Theil dieses Systems. Der Spiegel sammt seinem Gehäuse, sowie der Aufhängungsfaden lassen sich nach allen Seiten drehen, was bei den Thomson'schen Instrumenten nicht der Fall ist.



Fig. 246 (1/3 natürl. Gr.).

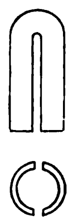


Fig. 247.

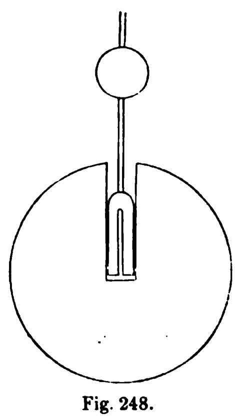


Fig. 248.

Als Richtmagnet dient ein System von zwei ganz schwachen Magneten, welche unter der Grundplatte angebracht sind; dieselben lassen sich durch einfache Dreh- und Druckbewegung sowohl beliebig gegen einander kreuzen, als auch bei konstantem Kreuzungswinkel drehen; die erstere Bewegung

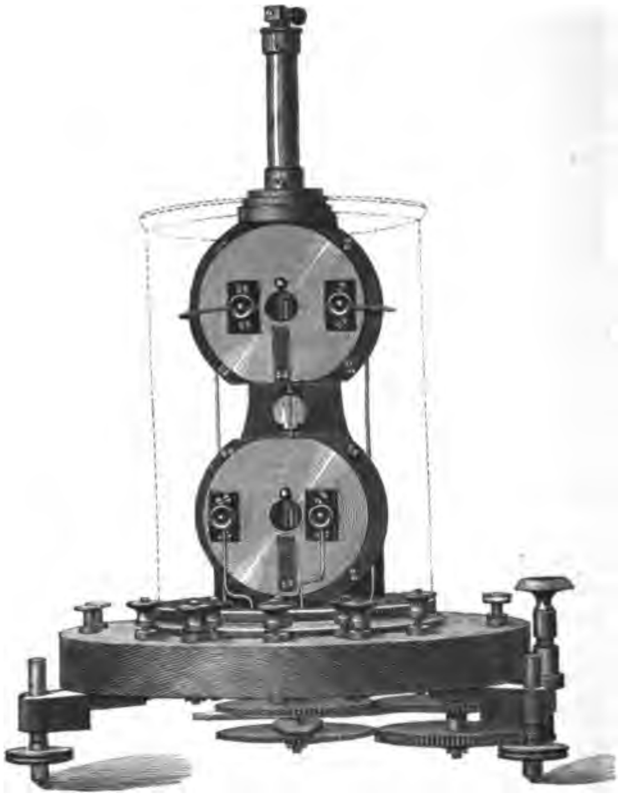


Fig. 249 (1/3 natürl. Gr.).

entspricht im wesentlichen der Veränderung der Empfindlichkeit, die letztere der Veränderung des Nullpunktes. Hierdurch ist erreicht, dass das Instrument keiner Wandkonsole zur Aufstellung bedarf, was sonst bei den Instrumenten, bei welchen der Richtmagnet unten angebracht ist, der Fall ist.

Die Widerstandsskalen der Firma sind zu bekannt, als dass sie hier der Beschreibung bedürfen; es genüge die Bemerkung, dass dieselben (wenigstens die Rollen von 1 S. E. und mehr Widerstand) als auf $\frac{1}{1000}$ des Werthes genau garantirt werden, die Doseneinheiten auf $\frac{1}{2000}$. Es wurde

bisher bei ihrer Konstruktion nur Neusilberdrath verwendet, in neuester Zeit jedoch fängt die Firma auch an, wie die Engländer, Platinsilberdrath zu benutzen, namentlich bei grossen Widerständen. Für sehr hohe Widerstände (von wenigstens 100 000 S. E.) werden auch mit Graphit eingeriebene Nuten verwendet; dieselben bedürfen jedoch steter Kontrolirung, da sie sich allmälig verändern.

Messbrücken zur Messung von Widerständen waren mehrere ausgestellt. Von diesen ist das Universalgalvanometer allgemein bekannt; dasselbe enthält einen kreisförmig ausgespannten Messdraht, längs welchem ein Kontakt verschoben wird.

Bei der transportablen Messbrücke und dem Universalwiderstandskasten sind im wesentlichen nur Widerstandsrollen verwendet, wodurch grössere Sicherheit und der Vortheil erzielt wird, dass der zu messende Widerstand nach der Einstellung unmittelbar auf einem Widerstandskasten abgelesen werden kann.

Für die feinsten Widerstandsmessungen bedarf man allerdings auch wieder einer Brücke mit ausgespanntem Draht; die Firma fertigt auch solche.

Zur Messung von elektromotorischen Kräften nach der Poggendorff-Dubois'schen Methode ist es, um wirkliche Genauigkeit zu erzielen, erforderlich, dass der Widerstand des Normalelements nicht ins Gewicht fällt, da derselbe sich leicht und erheblich verändert, dass also der Stromkreis, in dem dieses Element wirkt, aus grösseren Widerständen, nicht aus einem ausgespannten Drath besteht; solche Messungen lassen sich mittels des Universalwiderstandskastens ausführen (der ausgespannte Drath dient nur dazu, um Widerstände unter 1 S. E. einzuschalten.

Von Kondensatoren waren ausgestellt: ein solcher von Papier und ein solcher von Glimmer. Beide sind für galvanische Batterien, nicht für Reibungselektrizität bestimmt; der erstere für telegraphische Zwecke, der letztere für genauere Messungen. Das in dem ersteren verwendete Papier ist mit einer Harzmasse getränkt; Kondensatoren dieser Art sind billiger, verändern sich jedoch langsam, namentlich in den ersten Jahren nach der Anfertigung. Der Glimmerkondensator ist viel konstanter, sorgfältig justirt und isolirt.

Die Firma fertigt auch Brücken zur Messung der Ladung nach der Kompensationsmethode.

Als Novitäten der Firma im Gebiete der Thermoketten sind zu verzeichnen (nicht ausgestellt): Tellur-Wismuthelemente von zylindrischer Form (4 mm Durchmesser), zu Wärmemessungen im Sonnenbilde bestimmt, Thermosäulen für strahlende Wärme von Wismuth und einer Zinkantimonlegirung (die erstere Kombination giebt etwa die sechsfache, die letztere etwa die dreifache elektromotorische Kraft der Kombination Wismuth-Antimon), und die Thermosäule für Himmels- und

Sonnenwärme nach Frölich, ein Apparat, dessen ausführlichere Beschreibung in nächster Zeit veröffentlicht wird.

Von den Messinstrumenten sind noch hervorzuheben: der Apparat zum Messen der Geschossgeschwindigkeit, das Selenphotometer und der Grubengasmelder.

Der Apparat zum Messen der Geschossgeschwindigkeit ist einer der ältesten von Dr. W. Siemens erfundenen Apparate und bereits mehrfach beschrieben. Der Hauptbestandtheil desselben ist der Funkenchronograph; bei demselben springen auf eine berusste, mit bekannter grosser Geschwindigkeit rotirende Stahlscheibe aus einer Platinspitze Funken über, welche den einzelnen zu registrirenden Zeitmomenten entsprechen. Aus dem Abstand der Funkenmarken wird die zwischen den einzelnen Momenten verflossene Zeit bestimmt. In der Wand des Geschützes stecken in gewissen Abständen isolirte Dräthe, welche vor dem Schuss mittels Leydener Flaschen geladen und beim Schuss durch das Geschoss zerstört werden; bei der Zerstörung jedes Drathes entsteht ein Funken auf dem Chronographen. Mit demselben Apparat hat Dr. W. Siemens die Versuche über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Elektrizität ausführen lassen.

In dem Selenphotometer, vor einigen Jahren konstruirt, wird die Lichtempfindlichkeit des Selens zur Lichtmessung benutzt. Das Selenpräparat befindet sich in einem drehbaren Rohr, so dass sich das Selen abwechselnd auf die beiden Lichtquellen richten lässt. Der Strom einer Batterie wird durch das Selen und ein transportables Spiegelgalvanometer geschickt und an dem letzteren die Stromstärke beobachtet; man verändert die Entfernung der einen Lichtquelle so lange, bis der Ausschlag bei Richtung des Selens nach den beiden Lichtquellen derselbe ist; die Lichtstärken verhalten sich dann wie die Quadrate der Entfernungen. Der Apparat ist für gleichfarbiges Licht bestimmt.

Der Grubengasmelder ist die Ausführung einer Idee von Körner in Freiberg. Das Grubengas hat die Eigenschaft Platinmoor zu erwärmen; stellt man daher in der Grube eine Thermosäule auf, deren eine Fläche mit Platinmoor bestrichen ist, so erzeugt die Anwesenheit desselben Ströme, welche sich an einem Galvanometer bemerklich machen.

Die elektrischen Maschinen, die elektrischen Lampen und die elektrische Kraftübertragung bildeten einen Glanzpunkt der Ausstellung von S. & H. Wir enthalten uns hier einer ausführlicheren Beschreibung, weil diese Apparate sowohl in ihrer geschichtlichen Entwickelung, als auch in den neuesten Formen in technischen Zeitschriften ausführlich beschrieben sind. Während die bisher beschriebenen Apparate theilweise oder ganz wissenschaftlichen Zwecken dienen, tritt bei diesen Apparaten die Wissenschaft nur helfend und befördernd auf, während der Zweck ein rein technischer ist. Die Bedeutung für das Leben

und die Dimensionen der technischen Bewegung, welche mit diesen Apparaten verknüpft ist, sind allgemein bekannt; diese Bewegung befindet sich im allgemeinen gerade jetzt in vollem Flusse. Obschon es bei den Maschinen beinahe scheint, als ob in der Pacinotti-Gramme'schen und in der v. Hefner'schen Maschine bereits endgültige Modelle gefunden seien, ist die Konstruktion von Lampen noch in vollem Gang, und zwar in allen industriellen Ländern mit gleicher Energie, während die Kraftübertragung ein kaum angebrochenes neues Feld darbietet. Es ist nicht in Abrede zu stellen, dass, trotz der riesigen Anstrengungen der Erfinder, in allen Ländern die Firma sich die Theilnahme an der Leitung der ganzen Bewegung gewahrt hat und dass ihre Apparate auch in England und Frankreich mit Erfolg konkurriren.

Als ausführlichere Beschreibungen sind zu empfehlen, für die Maschinen: Zetzsche, Dingler, 216, S. 491, Geschichte der Magnetoinduktionsmaschinen u. s. w.; für die Lampen: die Differenziallampen für getheiltes elektrisches Licht von Siemens & Halske, Carl, Zeitschr. für angew. Elektrizitätslehre, 1880, Heft I; für die Kraftübertragung: Dr. W. Siemens über die dynamoelektrische Maschine und deren Verwendung zum Betrieb von elektrischen Eisenbahnen, elektrotechnische Zeitschrift, Februarheft.

An Maschinen stellte die Firma Maschinen für gleich gerichteten Strom (Magnetmaschinen und dynamoelektrische) und Wechselstrommaschinen in den verschiedensten Grössen aus. Die ersteren dienen zur Erzeugung von elektrischem Licht, zur Galvanoplastik (Verkupferung, Vernickelung u. s. w.), zum Niederschlagen von Metallen im Grossbetrieb und zur elektrischen Kraftübertragung; die letzteren sind auch für elektrisches Licht bestimmt.

Die neueste Erscheinung auf dem Gebiete der elektrischen Lampen ist die Differenziallampe, von welcher man voraussieht, dass sie die Jablochkoff'sche Kerze verdrängen wird. Nachdem es durch die letztere Erfindung zum ersten Male gelungen war, mehrere elektrische Lichter hinter einander in einen Kreis zu schalten, ist diese die erste Lampe (d. h. ein elektrisches Licht mit Regulirungsvorrichtung), welche dasselbe und mehr leistet, als die Jablochkoff'sche Kerze; und zwar ist dies durch eine Veränderung des Regulationsprinzips gelungen. Während alle bisherigen Lampen auf gleiche Stromstärke reguliren, regulirt die Differenziallampe auf gleichem Widerstand des Lichtbogens. Hierdurch wird erreicht, dass die einzelnen Lampen nicht auf einander einwirken und dass sich eine beinahe beliebige Anzahl derselben hinter einander schalten lässt.

Von wesentlichem Vortheil für diese Lampe ist die Anwendung der Dochtkohle von Gebr. Siemens & Cie. in Charlottenburg; es ist dies eine künstliche Kohle, welcher fremde Körper, namentlich in der Mitte, beigemischt sind; durch diese Beimischung wird die Länge des Lichtbogens erheblich vergrössert.

Die elektrische Kraftübertragung war in zwei Formen ausgestellt, als eigentliche Kraftübertragung (von der Maschinenhalle nach der Textilhalle) und als elektrische Eisenbahn.

Die Kraftübertragung besteht in zwei durch Leitungen verbundenen dynamoelektrischen Maschinen, von denen die eine, in der Maschinenhalle, durch Dampfkraft getrieben, die andere, in der Textilhalle, dagegen durch den Strom der ersteren in Bewegung gesetzt wird und einen grossen Webstuhl treibt. Ein Regulator, welcher durch Einschaltung von Widerständen funktionirt, erhält die getriebene elektrische Maschine in gleichmässigem Gang.

Die elektrische Eisenbahn besteht in einer etwa 700 m langen in sich zurückkehrenden Schienenleitung, auf welcher eine elektrische Lokomotive drei kleine Personenwagen, jeder mit 6 Personen, mit einer Geschwindigkeit von 3 bis 4 m per Sekunde fortbewegt. Die Lokomotive besteht aus einer auf einem Rädergestell ruhenden dynamoelektrischen Maschine, welche die Räder durch Zahnradübertragung dreht. Ausser den beiden Schienen, auf welchen die Wagen laufen, ist noch eine dritte Eisenschiene in der Mitte angebracht, welche von den beiden äusseren Schienen isolirt ist. Das eine Ende des die Maschine umgebenden Drathes steht in Verbindung mit den Rädern der Lokomotive, also mit den äusseren Schienen, das andere Ende durch ein System von Metallbürsten mit der mittleren Schiene; die Lokomotive ist daher überall auf der Bahn zwischen den äusseren und der mittleren Schiene eingeschaltet, wird also überall von dem Strom, welcher von der in der Maschinenhalle aufgestellten und mit den Schienen in leitender Verbindung stehenden dynamoelektrischen Maschine ausgeht, durchlaufen und daher in Bewegung gesetzt.

Nach angestellten Versuchen äussert die Maschine bei 3 m Geschwindigkeit eine Zugkraft von ungefähr 240 kg aus, leistet also eine Arbeit von ungefähr 3 Pferdekräften.

Die Telegraphenapparate.

Berichterstatter:
Dr. K. Ed. Zetzsche, Prof. am K. Polytechnikum zu Dresden.

Für die Besprechung der in Gruppe XI ausgestellten Gegenstände aus dem Gebiete der elektrischen Telegraphie erscheint es mir zweckmässig, mich an diejenige Anordnung des Stoffes anzulehnen, welche ich in meinem „Handbuche der elektrischen Telegraphie" gewählt habe. Es bleiben jedoch sowohl die Messinstrumente, wie die Stromquellen hier unberücksichtigt, weil dieselben anderen Gebieten der Berichterstattung zugewiesen wurden.

Nadeltelegraphen, Buchstabenschreibtelegraphen und Kopirtelegraphen waren nicht ausgestellt; es darf darin ein Belag gefunden werden, dass die ersteren — mit alleiniger Ausnahme von Thomson's Spiegelgalvanometer — das Feld endgültig geräumt haben und dass die beiden letzteren sich bis jetzt im Betriebe nicht zu behaupten vermochten. Nichts erinnerte ferner an die Möglichkeit der vielfachen Telegraphie, obschon gerade Deutschland sich die wesentlichsten Verdienste um die Erfindung der gleichzeitigen Doppeltelegraphie erworben hat.

Dass übrigens die elektrische Telegraphie in der Ausstellung glänzend vertreten sein würde, war zu erwarten, da ja Berlin auf diesem Felde unbestreitbar der Hauptsitz der Fabrikation in ganz Deutschland ist und sich daselbst neben der Weltfirma Siemens & Halske noch einige andere in engeren Grenzen und unter minder ausgedehntem Geschäftsbetriebe arbeitende Firmen ernstlich bestreben, tüchtiges zu leisten. Wenn eine Anzahl von Apparaten in der typischen Form, in welcher sie aus der einen Fabrik hervorgegangen sind, auch von anderen Firmen — hie und da mit kleinen Abänderungen — geliefert werden und ausgestellt wurden, so erklärt sich dies z. Th. aus dem Umstande, dass gewisse Typen von der Kaiserlichen Generaltelegraphendirektion angenommen bezw. vorgeschrieben wurden, und dass auch sonst der Bedarf gern im Anschluss an bereits bewährte Typen Befriedigung sucht.

A. Die elektrische Telegraphie im engern Sinne.

a) Zeigertelegraphen.

Ausser einem von Siemens & Halske ausgestellten Zeigertelegraphen mit Selbstunterbrechung, welcher weiter unten unter den Typendruckern zu besprechen sein wird, weil er zugleich das Telegramm in Typen druckt, fanden sich nur mit Magnetinduktionsströmen arbeitende Zeigertelegraphen in der Ausstellung und zwar bei Gebrüder Naglo ein Wheatstone'scher Magnetzeiger mit im Kreise stehenden Tasten[1]) und bei Siemens & Halske zwei mit zwei kleinen Wechselstromweckern ausgerüstete Magnetzeiger in jener neueren, handlichen Form, welche ich auf S. 84 des 4. Bandes meines Handbuchs ausführlicher besprochen und abgebildet habe.

b) Typendrucktelegraphen.

Die Ausstellung von Siemens & Halske enthielt ausser einem Hughes'schen Typendrucker drei neue Telegraphen, welche das Telegramm in gewöhnlichen Lettern drucken.

Unter denselben ist der Börsendrucker zuerst (1874) entstanden. Ihm ist die Aufgabe gestellt, ein Telegramm von einem Punkte aus gleichzeitig nach vielen anderen Orten zu befördern, ohne dass an diesen ein empfangender Beamter zugegen sein muss. Während es sonach durch die grössere Zahl der in dieselbe Telegraphenlinie aufzunehmenden Telegraphen ausgeschlossen war, dass die Typenräder, wie beim Hughes, durch synchron laufende Triebmarke bewegt würden, empfahl es sich, nach jedem Abdruck eines Buchstabens oder sonstigen Zeichens auf den Papierstreifen das Typenrad in seine Ruhelage zurückzuführen, damit ein etwa unterlaufener Fehler sich nicht auf die nachfolgenden Zeichen fortpflanzen könne.

Eine Ansicht des Empfängers giebt Fig. 250. Der von der Rolle R ablaufende Streifen p geht über die Rolle r zwischen der Druckwalze D und den Typenrädern T hindurch und tritt hinter den ihn fortziehenden Zugwalzen P und P' aus dem Kasten K heraus.

Damit ohne Vermehrung der Felder- und Schrittzahl mehr Zeichen gedruckt werden könnten, wurden die 52 Zeichen auf zwei neben einander liegende Typenräder mit je 28 Feldern vertheilt, die beiden Typenräder aber nicht fest auf die Typenradachse aufgesteckt, sondern an einer lose über dieselbe gesteckten Hülse befestigt, welche durch den sogenannten Wechsel (Figurenwechsel) auf der Typenradachse ein Stück nach vorn oder nach rückwärts verschoben wird, wenn bei Einstellung

[1]) Eine Beschreibung und Abbildung desselben enthält: Schellen, Der elektromagnetische Telegraph, 5. Aufl., Braunschweig 1870, S. 416.

der Typenräder auf das erste oder letzte Feld, welche keine Typen tragen, die Druckvorrichtung in Thätigkeit versetzt wird. Zum Betrieb der Börsendrucker ist nur ein einziger Leitungsdrath nöthig, worin (mit einfachen, oder) mit Wechselströmen telegraphirt wird. Jedes Strompaar lässt das

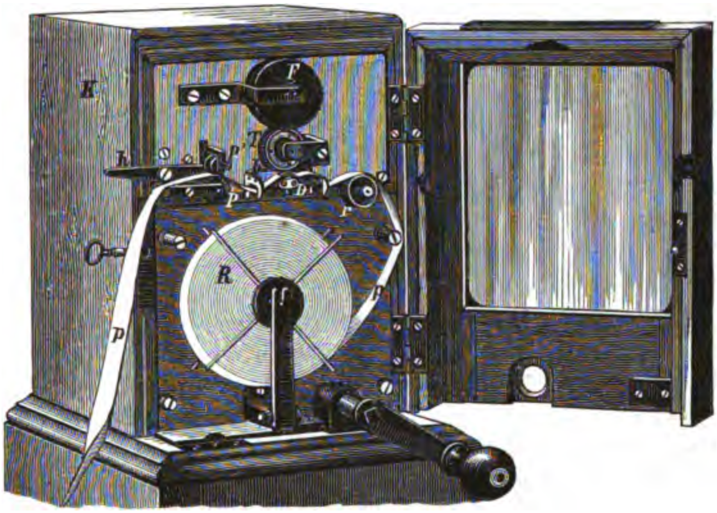


Fig. 250 (1/4 natürl. Gr.).

Steigrad um einen Zahn, das Typenrad um ein Feld weiter gehen; während der durch die rasch auf einander folgenden Ströme bewirkten Einstellung des Typenrades auf das zu telegraphirende und zu druckende Zeichen bewegt ein auf der Steigradachse sitzendes Rad eine schwingende Scheibe und den Kolben in einer winzigen Luftpumpe[1]) so hin und her, dass ein Aufhalter auf der Druckachse nicht durch den Ausschnitt einer halb ausgeschnittenen oder bis zur Hälfte ihrer Dicke durchgefeilten Achse hindurchkommen, die Druckachse also nicht umlaufen kann. Da nun auf der letzteren Achse ein Getriebe sitzt, das mit dem einen der beiden (zugleich mit je einem in die Planetenräder eingreifenden Kegelrade) lose auf die Achse eines Planetenradsystems aufgesteckten Räder im Eingriffe steht, während das Triebgewicht diese Achse, welche zugleich mit der Achse der Planetenräder selbst fest verbunden ist, in Umdrehung zu versetzen strebt, und da das zweite lose auf die Achse des Systems aufgesteckte Rad die Drehung auf die Typenradachse und mittels eines weiter nach vorn zu liegenden Räderpaares auf die Steigradachse fortpflanzen kann, so treibt das Gewicht während der einstellenden Stromgebungen durch die Planetenräder das Typenrad und

[1]) Vergl. auch Handbuch der Telegraphie, Bd. 1, S. 302.

vermittelt so die Einstellung. Ist die Einstellung vollendet, so tritt eine längere Pause in den Stromsendungen ein, die Hemmungsgabel hält das Steigrad, die Typenradachse und jenes zweite lose Rad fest, der Aufhalter auf der Druckachse dagegen wird jetzt von der halb ausgeschnittenen Achse vorbei gelassen, und deshalb versetzt das Triebgewicht jetzt die Druckachse in Umlauf. Die Druckachse macht nun eine Umdrehung und hebt während derselben zunächst mittels eines Exzenters den Druckhebel so hoch, dass der an ihm befestigte Druckstempel den Papierstreifen gegen die eingestellten Typen emporstösst, wobei beide nur durch ein Loch in einem kleinen Schutz- oder Deckbleche hindurch einander berühren können, also genügend für Reinhaltung des Druckes gesorgt ist; bei seinem Rückgange nach unten greift der Druckhebel mit einem an ihm angebrachten Sperrkegel in ein Sperrrad ein und dreht so die untere der beiden Papierzugwalzen um einen Winkel, welcher gross genug ist, dass die nächste noch unbedruckte Stelle des von den Walzen fortgezogenen Streifens unter die Oeffnung des Deckbleches kommt. Nach bewirktem Druck wirkt ein zweites Exzenter an der Druckachse auf einen Winkelhebel und verschiebt durch denselben die Typenradachse soweit nach hinten, dass sie ausser Eingriff mit der Steigradachse tritt, und da nun, zugleich um diese Verschiebung zu ermöglichen, der vordere, das Typenrad tragende Theil der Typenradachse mit dem hinteren, von jenem zweiten losen Rade des Planetenradsystems die Bewegung übernehmenden Theile nicht aus einem Ganzen gearbeitet ist, die Bewegung von dem hinteren Theile auf den vorderen vielmehr nur durch eine Spiralfeder in einem Federhause unter entsprechender Anspannung der Feder übertragen wird, so wird im Augenblicke der Ausrückung des vorderen Achsentheils aus der Steigradachse die Spannung der Feder verfügbar, um das Typenrad mit dem vorderen Achsentheile in seine Ruhelage zurückzudrehen; erst wenn dies vollständig geschehen ist, d. h. wenn ein auf der Achse sitzender Arm an einem Anschlage eingetroffen und durch einen sofort hinter ihm einfallenden Hebel gegen ein Rückprallen gesichert ist, vermag eine Blattfeder den bis dahin durch einen sich vorlegenden Hebel in seiner verschobenen Lage erhaltenen vorderen Theil der Typenradachse wieder so weit nach vorn zu schieben, dass das auf ihr sitzende Zahnrad mit dem zugehörigen auf der Steigradachse wieder in Eingriff kommt. Eine besondere Sicherungsscheibe endlich verhütet, dass der Börsendrucker etwa durch unzeitig während des Druckens eintreffende Ströme in Unordnung gebracht werde. Die Typenräder stehen bei allen drei Typendruckern aus einem Kautschukringe vor, welcher auf eine Messingscheibe aufgezogen ist.

Auf welches Feld die Typenräder bei ihrer schrittweisen Bewegung eingestellt werden, das hängt lediglich von der Zahl der einstellenden Strompaare ab. Damit die regelmässige rasche Aufeinanderfolge der Stromsendungen gesichert sei, wurde der Geber auch mit einem Trieb-

werke ausgerüstet, dessen Gewicht mittels eines Handgriffes anzuziehen ist. Der Geber erhielt eine Klaviatur mit 28, in 4 Reihen über einander stehenden Tasten, deren jede beim Niederdrücken die Verschiebung von dreien der 125 in einer Dose befindlichen Stifte veranlasst, vor diesen dreien jedoch so viele unverschoben lässt, um wie viele Felder das Typenrad zur Einstellung auf das auf die Taste aufgeschriebene Zeichen gedreht werden muss, wie viele Strompaare also dazu entsendet werden müssen. Die Stromsendung erfolgt ganz so wie bei dem später (unter *e*) zu erwähnenden Dosenschriftgeber[1]); der Geber des Börsendruckers ist überhaupt nur als eine entsprechend abgeänderte Form des Dosenschriftgebers anzusehen und vermittelt also ganz wie dieser ein automatisches Abtelegraphiren des auf ein an ihm angebrachtes Pult zu legenden Telegrammes.

Aus dem Börsendrucker hat sich zunächst ein Typendrucker mit magnetoelektrischem Geber und dann ein mit Selbstunterbrechung arbeitender Typendrucker für Batterieströme entwickelt, welche beide zugleich mit einem über einer Buchstabenscheibe umlaufenden Zeiger versehen sind, damit man nach diesem das ankommende Telegramm auch ablesen könne. Bei diesen beiden Typendruckern ist die Papierrolle in wagrechter Lage im Fussbrette des Gehäuses untergebracht. Die wesentlichen Theile beider stimmen mit den Theilen des Börsendruckers überein, und der mit Federtriebwerk versehene Selbstunterbrecher besitzt selbst das doppelte verschiebbare Typenrad; wesentlich unterscheiden sie sich aber vom Börsendrucker dadurch, dass in beiden das Typenrad nach jedesmaligem Drucken nicht in die Anfangslage zurückspringt, vielmehr stetig im Kreise herumläuft, was als eine hier zweckmässige Vereinfachung zu bezeichnen ist. Beide haben ferner nicht einen automatischen Geber, sondern der eine benutzt als Stromquelle einen gewöhnlichen, mittels einer Handkurbel in Umdrehung versetzten Zylinderinduktor, und der Magnet in seinem Empfänger ist für Wechselströme eingerichtet; der andere aber liefert nach dem Niederdrücken irgend einer der im Kreise herumstehenden Tasten durch Selbstunterbrechung eine Folge von Strömen, welche endet, wenn der oberhalb der Tasten umlaufende Zeiger der niedergedrückten Taste gegenüber eintrifft und sich an einem durch die Taste gehobenen Stiftchen fängt. Wie nun dieser Typendrucker bezüglich der Art und Weise, wie der Zeiger gefangen wird, dem Kramer'schen Zeigertelegraphen[2]) gleicht, so stimmt er mit demselben auch noch darin überein, dass die Selbstunterbrechung nicht eine unmittelbare[3]), sondern eine mittelbare ist, insofern nicht

---

[1]) Vergl. u. a. Zetzsche, Kurzer Abriss der Geschichte der elektrischen Telegraphie (Berlin 1874) S. 48.

[2]) Vergl. Handbuch der Telegraphie, Bd. 1, S. 247; Bd. 4, S. 175.

[3]) Wie bei dem Siemens'schen Zeigertelegraph von 1846; vergl. Handbuch der Telegraphie, Bd. 1, S. 231.

schon der Ankerhebel des Elektromagnets bei seiner Bewegung den Strom unterbricht, sondern erst ein auf die Typenradachse aufgestecktes, auf eine Kontaktfeder wirkendes Steigrad; in Folge dessen tritt aber die Stromunterbrechung nicht bereits ein, wenn der Strom seine elektrische Aufgabe — die Ankeranziehung — gelöst hat, sondern erst, wenn er auch seine mechanische Aufgabe — die Drehung der durch ein Federtriebwerk getriebenen Typenradachse — vollzogen hat. Während des Empfangens lässt sich durch einen Umschalter die Vorrichtung zur Selbstunterbrechung ausschalten.

c) Drucktelegraphen für vereinbarte Schrift.

In diese Klasse von Telegraphen ist der von W. Gurlt als Spezialität gebaute und ausgestellte Fern- und Schnellschreiber von G. Jaite zu rechnen. Zur Zusammenstellung einer Telegraphenlinie mit zwei Endstationen und einer zwischen diesen liegenden Translationsstation waren für die eine Endstation ein Telegraph der ursprünglichen Konstruktion von 1870, für die andere ein neu konstruirter für den Gebrauch auf unterirdischen Leitungen berechneter und deshalb auf das Telegraphiren mit Entladungsströmen eingerichteter (vgl. Anm. 1, S. 469) Telegraph ausgewählt worden; der Uebertrager zeigte die verbesserte Konstruktion von 1873, und es war ihm ein automatischer Umschalter neuester Konstruktion beigegeben, mit dessen Hilfe derselbe Telegraph als Uebertrager in beiden Richtungen die in der Uebertragungsstation einlangenden Zeichen selbstthätig weiter zu geben[1]) vermag. Die Form, in welcher Jaite's Telegraph 1871 bis 1873 auf deutschen Linien versuchsweise verwendet wurde, ist ausführlicher in dem ersten Hefte der von Dr. Brix herausgegebenen Annalen der Telegraphie beschrieben und danach im Polytechnischen Centralblatte 1872, S. 1305. Einige weitere Abänderungen fanden sich an dem Telegraph, welchen Gurlt 1873 zur Wiener Weltausstellung geschickt hatte, worüber das Journal télégraphique (Bd. 2, S. 532) und nach ihm Dingler's Polytechnisches Journal (Bd. 216, S. 209 und 317) berichtete. Hier wäre die neueste Form des Telegraphen und des Uebertragers mit Umschalter zu schildern.

Die Gesammtanordnung des Telegraphen lässt Fig. 251 (in etwa 1/3 natürlicher Grösse) erkennen. Jaite hatte sich die Aufgabe gestellt, einen auf oberirdischen und unterirdischen Linien verwendbaren Telegraphen zu schaffen, welcher den Hughes an Einfachheit und durch den Wegfall des Synchronismus übertreffen und dabei leistungsfähiger als der Morse sein sollte, ohne ihm an Zuverlässigkeit, Dauerhaftigkeit und Wohlfeilheit nachzu-

[1]) Zuerst that dies der 1847 konstruirte Zwischenträger von Siemens & Halske. Jaite wählte diese Art der Translation 1868 zuerst für die Hughes-Korrespondenz.

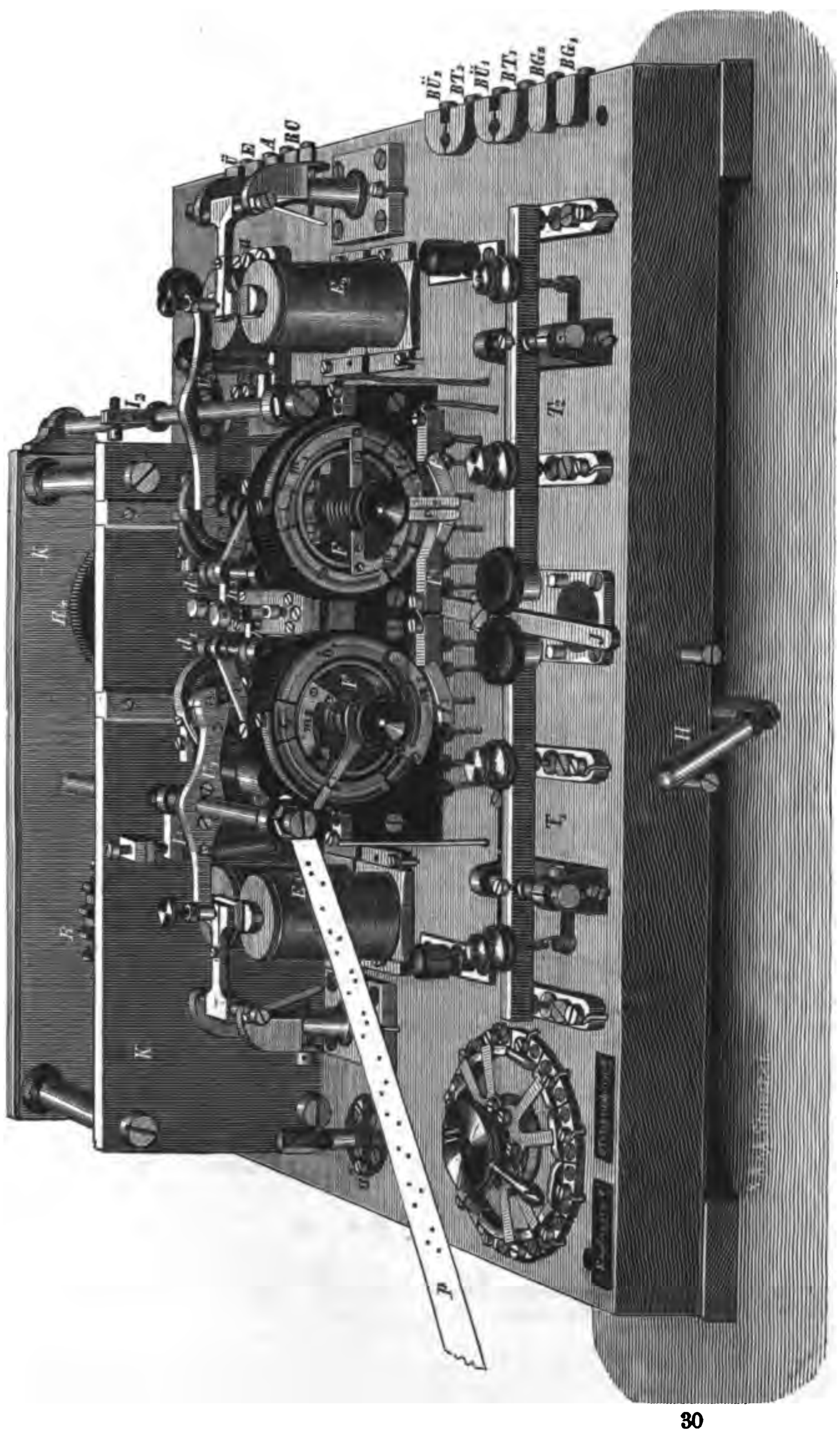
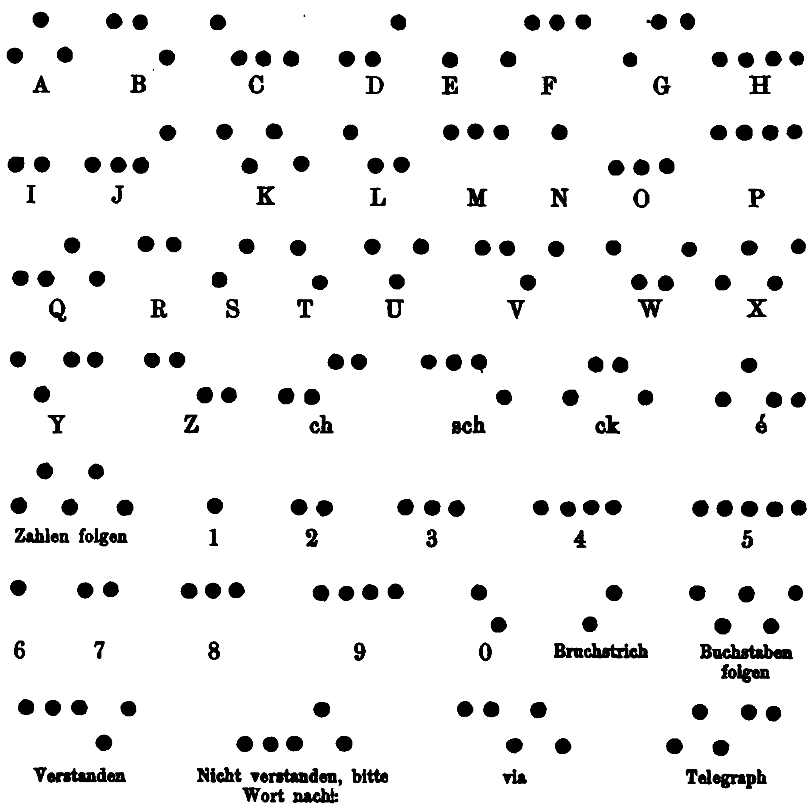


Fig. 251 (1/3 natürl. Gr.).

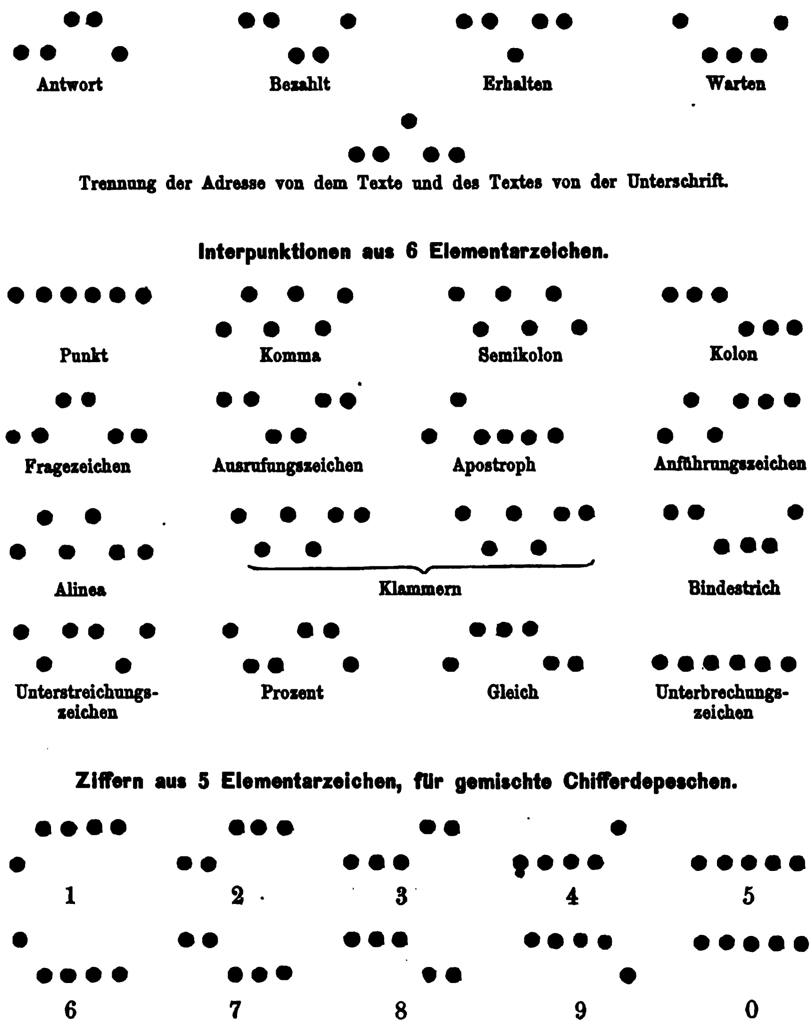
stehen. Behufs Ersparung an Zeit und Batteriematerial und zur Erzielung von immer gleicher Ladung der Linie griff er zu einer blos aus Punkten gebildeten zweizeiligen Schrift (Steinheilschrift), welche mit lauter Strömen von gleicher Länge zu telegraphiren ist. Die auf zwei Zeilen vertheilten Punkte, welche aber anders und zwar zweckmässiger wie von Steinheil zu einem Alphabete gruppirt wurden[1]), werden als Löcher in einen Papierstreifen

[1]) Diejenigen Buchstaben, welche im Deutschen, Französischen und Englischen am häufigsten vorkommen, erhielten die kürzesten Zeichen. Für die Ziffern, welche erfahrungsgemäss mindestens $1/_{3}$ der Telegramme ausmachen, werden für gewöhnlich dieselben Zeichen mitbenutzt, und um dabei die erforderliche Zuverlässigkeit zu beschaffen, wurden zwei besondere Zeichen (Siegel) eingeführt, welche die Bedeutung haben: „Zahlen folgen“ und „Buchstaben folgen.“ Die Buchstaben enthalten 1 bis 4 Elementarzeichen, die Ziffern 1 bis 5, die Interpunktionen 6. Ausserdem sind für die am häufigsten vorkommenden Dienstvermerke noch eine Reihe von Siegeln eingeführt, welche alle je 5 Elementarzeichen haben, bei einem mehrmaligen Wechsel beider Reihen. Die in nachstehender Tabelle nicht vorkommenden Kombinationen von 5 Elementarzeichen, mit mehrmaligem Wechsel in beiden Reihen, bleiben für die Stenotelegraphie aufgespart.



eingestanzt; das in dem so gestanzten Streifen aufgenommene Telegramm würde nach Bedarf automatisch weitertelegraphirt werden können.

Bezüglich der elektrischen und Schrift erzeugenden Theile lässt sich der Telegraph als ein Zwillingsapparat betrachten, der ein in dem Kasten *K* untergebrachtes gemeinschaftliches Triebwerk besitzt. Die Gliederkette ohne Ende, worin das Triebgewicht hängt, ist über ein Kettenrad *R* gelegt; das vor *R* auf der Kettenradachse sitzende Rad R_1 überträgt, wie Fig. 252 (a. folg. S.) schematisch darstellt, die Bewegung auf die Räder R_2, R_3, R_4; das auf der Zählerachse sitzende Rad R_4 treibt die Schwungradachse *s* und die beiden Kuppe-



lungsachsen a_1 und a_2 mit einer 7maligen Uebersetzung. Das Rad R_4 aber bewegt zugleich die untere der beiden Papierzugwalzen P und P'. Die beiden Hughes'schen Elektromagnete E_1 und E_2 (Fig. 251) sprechen der eine auf positive, der andere auf negative Ströme an. Schnellt die Abreissfeder

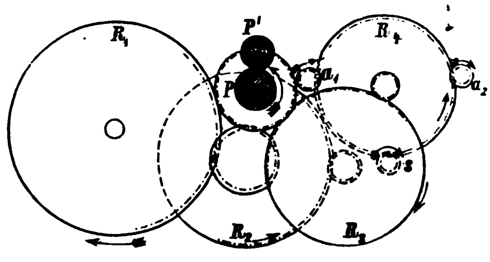


Fig. 252.

den einen oder den anderen auf seiner obern Seite mit einer Flachfeder versehenen Anker empor, so stösst er gegen den zweiarmigen Auslösehebel U_1 bez. U_2 und veranlasst in ganz derselben Weise wie bei dem Typendrucker von Hughes die Kuppelung der Achse a_1 bez. a_2 mit der vor ihr liegenden, in dem vor die Kastenwand vortretenden Gestell gelagerten Achse n_1 bez. n_2, (Fig. 253, in etwas über $^1/_3$ natürlicher Grösse). Dass die Auslöse-

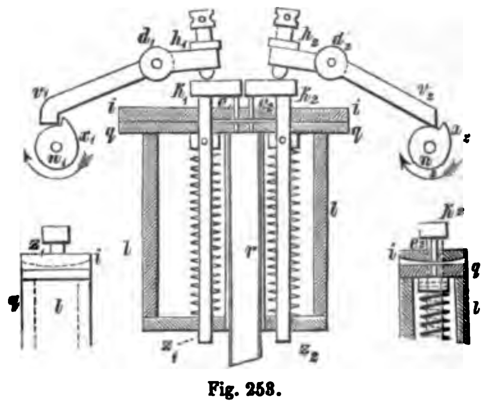


Fig. 253.

hebel U_1 und U_2 von den Ankern nicht zu hoch emporgeworfen werden, verhüten die Arme I_1 und I_2 (Fig. 251), von denen der erstere gegen eine Stellschraube, der letztere (jetzt) mit der in ihm angebrachten Stellschraube gegen die schmale Fläche der Gestellwand schlägt. Wurde nun vorher die Bremsung des Räderwerks, dessen Gang ausser durch ein blos durch Reibung auf seiner

Achse befestigtes Schwungrad noch durch eine Zentrifugalbremse gleichmässig gemacht wird, mittels des jetzt vorn liegenden Hebels H gelüftet, so macht n_1 (oder n_2) einen vollen Umlauf, und dabei hebt das Exzenter x_1 (oder x_2) den um d_1 (bez. d_2) drehbaren Arm v_1 (oder v_2) und drückt mittels der Stellschraube in dem auf derselben Achse sitzenden Arme h_1 (oder h_2) die an dem Metallstücke k_1 (bez. k_2) sitzende, durch den Stempel z_1 (bez. z_2) in dem metallenen Lochkasten l geführte und durch eine Spiralfeder beständig nach oben gedrückte stählerne Stanze e_1 (oder e_2) kräftig nach unten, so dass sie ein Loch in den Papierstreifen p stösst, welcher von einer unter dem Tische befestigten Rolle kommt, durch den Schlitz, welcher in der oberen der beiden Stahlplatten i und q ausgespart ist, hindurchläuft und hier im Bereiche der beiden hinter einander liegenden Stanzen e_1 und e_2 ist. Der vordere Lochkasten l ist in Fig. 253 links noch von vorn gesehen und rechts in einem dieser Ansicht entsprechenden Schnitte abgebildet. Die ausgestossenen Papierscheibchen fallen in dem Rohre r in einen Behälter unter dem Tische. Die Papierbewegung kann mittels eines Hebels J aufgehoben werden, welcher in Fig. 251 unter den beiden sehr nahe an einander gerückten Ebonitknöpfen der Handdoppeltaster T_1 und T_2 zu sehen ist. In der Metallplatte unter diesem Hebel J wurde aus Vorsicht noch ein dritter runder Ebonitknopf angebracht, mittels dessen die Stanzen in ihre Ruhelage gestossen werden können, wenn etwa bei der Ingangsetzung des stillstehenden Papierbandes die Spiralfedern einmal den Dienst versagen sollten.

Die Handtaster[1]) T_1 und T_2 werden, wenn blos eine einzige Telegraphirbatterie B verwendet werden soll, nach Fig. 254 zwischen Linie L und Erde E eingeschaltet. Wenn dagegen zwei Batterien (Fig. 257, S. 472, BT_1 und BT_2) aufgestellt werden, so sind der Kupferpol von BT_1 an den Arbeitskontakt a von T_1 (Fig. 254), der Zinkpol von BT_2 an den Arbeitskontakt a von T_2, die beiden übrigen Pole aber an die Erde E zu führen, womit auch der Ruhekontakt c von T_2 verbunden wird; die Linie L wird wieder an die Achse d des Tasters T_1 gelegt, von dessen Ruhekontakt c noch ein Drath nach der Achse d von T_2 laufen muss. Der Stromlauf beim Niederdrücken einer Taste ist in beiden Fällen leicht zu verfolgen. Beim Niederdrücken der linken Taste wird die linke Kuppelungsachse in Thätigkeit gesetzt und dadurch ein Loch in der unteren Reihe des Papierbandes p erzeugt, während beim Niederdrücken der rechten Taste die rechte Kuppelungsachse zur Thätigkeit gelangt und in der oberen Reihe des Papierbandes ein Loch erscheint. An dem Körper der linken Taste T_1 ist ein Umschalter angebracht, der den elektrischen Strom der Batterie,

---

[1]) Mit den Handtastern dürfen aber die Ströme nur dann unmittelbar in die Linie gegeben werden, wenn ohne Entladungsströme telegraphirt wird; sonst werden mittels der Handtaster blos die automatischen Taster in Thätigkeit versetzt, wie es später in Bezug auf die Schaltung (Fig. 257) erläutert werden wird.

je nachdem der Stöpsel rechts oder links eingesteckt ist, einmal unmittelbar zu dem vorhandenen Stromwender *u* (Fig. 251) und zu den Elektromagneten, das andere Mal erst über die Unterbrechungsfedern zum Stromwender und zu den Elektromagneten leitet. Dieser Umschalter bietet zugleich das

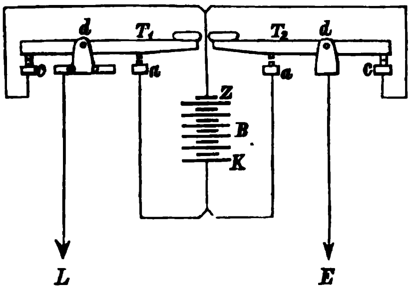


Fig. 254.

Mittel, die gute Beschaffenheit der Kontakte an den Unterbrechungsfedern schnell und sicher prüfen zu können. Der in Fig. 251 (und 257) neben dem linken Ankerträger befindliche Ausschalter *u''* gestattet, ohne jede weitere Aenderung, in einer Nebenschliessung zu E_1 und E_2 einen Wecker mit dem Telegraphen zu verbinden, der jedoch überflüssig ist, sobald der noch zu beschreibende automatische Umschalter mit dem Telegraphenapparat, sei es zur Translation, sei es zu anderen Diensten, verbunden wird. Der Zweck des in Fig. 251 rechts hinter E_2 sichtbaren Stromwenders *u* und die Veranlassung zu der gewählten Anordnung der Klemmen, welche durch Schraubenstöpsel zum Theil unter einander verbunden werden können, ergiebt sich bei Betrachtung des Stromlaufes ohne weiteres; die Anordnung der elektrischen Verbindungen ermöglicht eine schnelle Untersuchung der Apparattheile, eine sofortige Trennung der zu untersuchenden Leitung und eine Prüfung der Fertigkeit der Beamten im Telegraphiren.

Jeder Telegraph ist ferner noch mit einem automatischen Doppeltaster oder einer Uebertragungsvorrichtung ausgerüstet. Auf jede seiner äusseren Kuppelungsachsen n_1 und n_2 (vgl. Fig. 255) ist nämlich an deren vorderen Ende eine Uebertragungsfeder *F* von der in Fig. 256 noch besonders abgebildeten Gestalt isolirt aufgesteckt, so dass sich dieselbe mit ihrem kürzeren, sich etwas durchbiegenden Arme m_2 mit entsprechendem Drucke auf den durch die Ebonitplatten P_1 und P_2 gegen die übrigen Apparattheile isolirten Metallring l_1 bez. l_2 (Fig. 255) auflegt, und zwar sowohl während der Ruhe als beim Umlaufen der Achse; der längere Arm m_1 liegt während der Ruhe auf dem Ruhekontaktstücke r_1 bez. r_2 und streicht jetzt bei jedem Umlaufe der Achse über fünf andere, ebenfalls isolirte,

kreisbogenförmige Stahlstücke hin; zuerst über das Batteriekontaktstück b_1 bez. b_2, von denen aus der Ladungsstrom der Linie zugeführt wird, darauf über das isolirte Kontaktstück i_1 bez. i_2, dann über die Gegen-

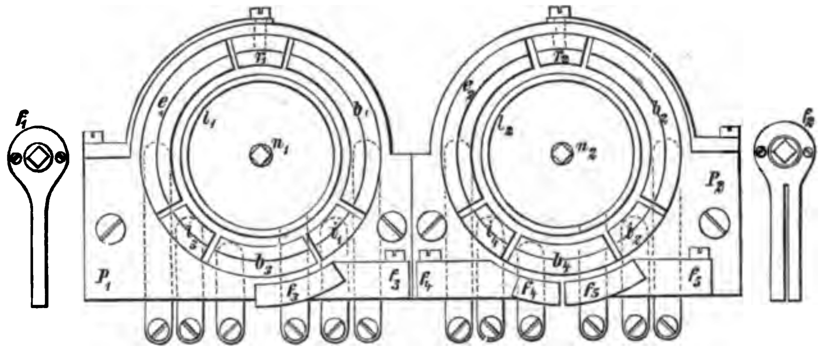


Fig. 255.

batterie- oder Entladungsbatteriekontaktstücke b_3 bez. b_4, hierauf wieder über ein isolirtes Kontaktstück i_3 bez. i_4 und endlich über das Erdkontaktstück e_1 bez. e_2. Von den fünf Kontakten b_1, i_1, b_3, i_3, e_1 sind Dräthe an die fünf neben einanderliegenden Schienen eines Stöpselumschalters U'

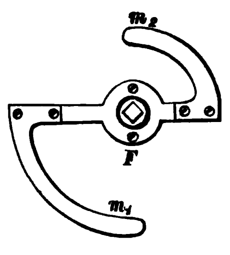


Fig. 256.

(Fig. 257) geführt und ebenso von den entsprechenden fünf Kontakten um n_2 Dräthe nach einem zweiten Umschalter U''; man kann daher durch entsprechende Stöpselung in U' und U'' die isolirten Kontaktstücke i_1, i_2 und i_3, i_4 zur Verlängerung der übrigen verwenden, wie dies etwa die Länge einer unterirdischen Linie, auf welcher der Telegraph zu arbeiten hat, oder sonstige Umstände erfordern.

Die in Fig. 255 links und rechts noch mit abgebildeten **Unterbrechungsfedern** f_1 und f_2 werden auf die äussersten Enden der Kuppelungsachsen n_1 und n_2, noch vor den Uebertragungsfedern F_1 und F_2 aufgesteckt und durch einen Schraubenknopf befestigt, welcher zugleich als Handhabe

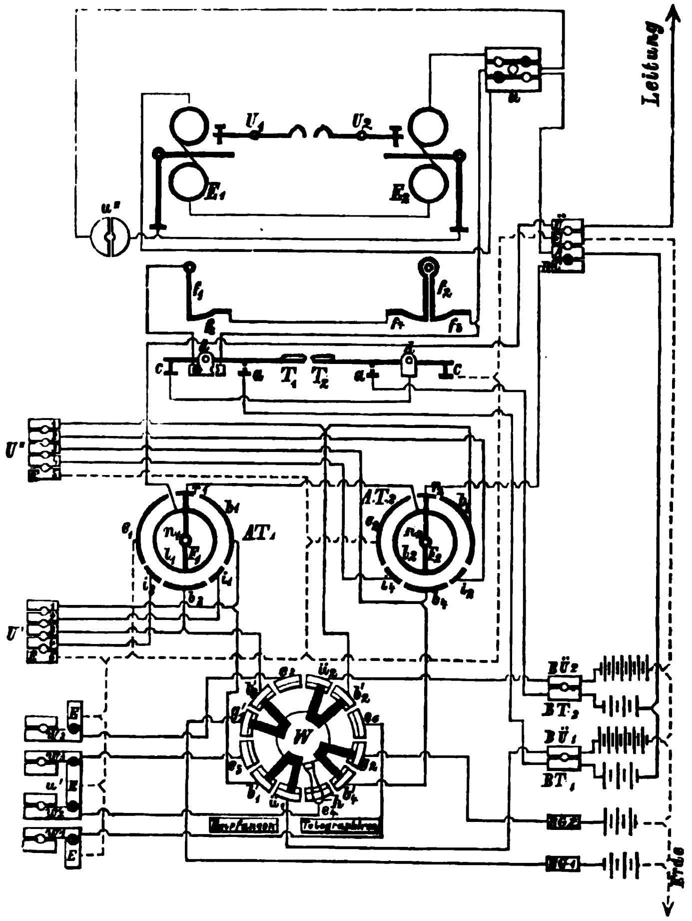


Fig. 257.

für n_1 und n_2 dient. Die linke Unterbrechungsfeder f_1 ist mit der linken äusseren Kuppelungssache n_1 beständig in metallischer Berührung und stellt in der Ruhelage die leitende Verbindung mit dem isolirten Metallstück f_3 her. Die rechte Unterbrechungsfeder f_2 ist der Länge nach gespalten und gegen die rechte äussere Kuppelungsachse n_2 vollkommmen isolirt. Sie

verbindet in ihrer Ruhelage die isolirten Metallstücke f_4 und f_5 leitend mit einander. Die Unterbrechungsfedern sollen das Auftreten nachtheilig wirkender Entladungs- und Induktionsströme verhindern.

Jeder Telegraph erhält endlich noch einen in Fig. 257 sichtbaren Erd- und Batteriewechsel W, welcher gestattet, die Batteriekontaktstücke b_1 und b_2 des automatischen Doppeltasters über b_1' und b_2' mit den Klemmen $B\ddot{U}_1$ und $B\ddot{U}_2$ der Uebertragungsbatterie und ebenso die Gegenbatteriekontaktstücke b_3 und b_4 über b_3' und b_4' mit den Klemmen BG_1 und BG_2 der Gegenbatterien oder unmittelbar mit Erde zu verbinden. Hierzu wurden die Dräthe b_1 b_1', b_2 b_2', b_3 b_3' und b_4 b_4', ferner die Dräthe $\ddot{u}_1$ $B\ddot{U}_1$, $\ddot{u}_2$ $B\ddot{U}_2$, g_1 BG_1 und g_2 BG_2 nöthig und zugleich mussten (in dem Umschalter u') die Kontakte e_3, e_4, e_5 und e_6 des Wechsels W mit der Erde in Verbindung gesetzt werden. Die 4 gabelförmigen Spangen dieses Wechsels stellen dann, wenn der Handgriff h auf das Schild „Telegraphiren" (Fig. 251 und 257) gerichtet ist, die Batterieverbindungen her; wird dagegen h auf „Empfangen" gestellt, so liegen die Kontaktstücke b_1, b_2, b_3 und b_4 des automatischen Doppeltasters an Erde E.

Die Stromläufe lassen sich nach der in Fig. 257 enthaltenen Schaltungsskizze einer Endstation leicht verfolgen. Ein Druck auf die Taster T_1 oder T_2 schliesst die an a liegenden Batterien BT_1 oder BT_2 kurz (d. h. blos in der Station) durch die Elektromagnete E_1 und E_2, setzt also F_1 oder F_2 in Umlauf und entsendet durch diese die Ströme von $B\ddot{U}_1$ und BG_1, oder von $B\ddot{U}_2$ und BG_2 in die Leitung nach der andern Station. In dieser Skizze wurden der grösseren Deutlichkeit halber 6 Batterien gezeichnet, während in Wirklichkeit blos 2 nöthig sind, weil von BT_2 und BT_1 aus die an $B\ddot{U}_2$ und $B\ddot{U}_1$ liegenden Pole durch Stöpselung nach T_2 und T_1 weiter geführt werden können und weil BG_1 und BG_2 Ströme von der nämlichen Richtung zu liefern haben, wie $B\ddot{U}_2$ und $B\ddot{U}_1$. Es wäre nur noch daran zu erinnern, dass die Achsen von f_1, U_1 und U_2 durch den Apparatkörper in leitender Verbindung mit einander stehen.

Durch den automatischen Umschalter erhalten die beiden Endstationen in zwei zur Translation verbundenen Telegraphenlinien die Möglichkeit, denselben in der Translationsstation — anstatt der sonst verwendeten zwei Translatoren — aufzustellenden Telegraphen zum Uebertragen der von jeder der beiden Endstationen in ihre Linien entsendeten Ströme in die andere Linie zu benutzen. Es war dazu nicht blos die Füglichkeit einer Umschaltung der betreffenden Linien und der Uebertragungsbatterien zu beschaffen, sondern es musste der Hülfsapparat, bevor die betreffenden Umschaltungen erfolgten, auch die nöthigen Unterbrechungen übertragen. Der automatische Umschalter thut dies alles mittels eines einzigen Stromes von einer bestimmten Richtung, und es kann diesen Strom nur diejenige Station entsenden, welche bisher empfing und nun zum Geben übergehen will. In seiner

neuesten Gestalt ist der automatische Umschalter in Fig. 258 in ungefähr $^1/_3$ natürlicher Grösse abgebildet; wie schon früher ist mit ihm noch eine Uebertragungsvorrichtung verbunden. Sein in dem metallenen Kasten verschlossenes Räderwerk hat jetzt die aus Fig. 259 (in $^1/_4$ natürlicher Grösse) ersichtliche Anordnung. Die Triebfeder, welche mittels des in Fig. 258 sichtbaren Handgriffs *Q* aufgezogen wird, treibt die Achse des Rades *R*,

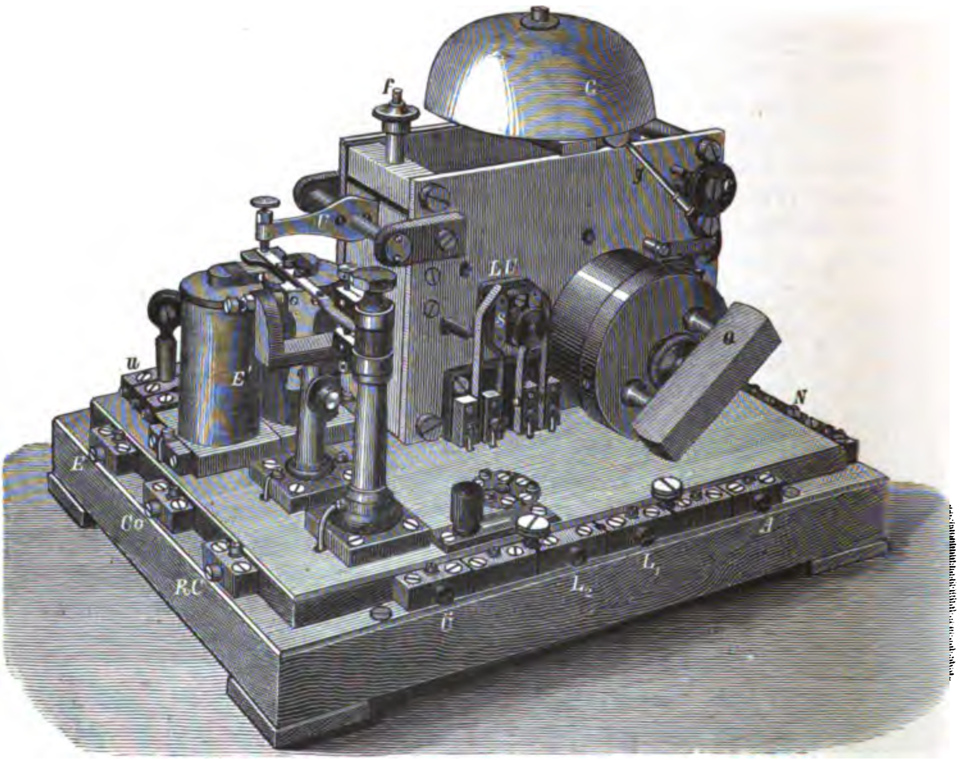


Fig. 258 ($^1/_3$ natürl. Gr.).

dieses aber greift in ein Getriebe auf der Achse des Rades *R'* ein, das seinerseits mit den 80zähnigen Rädern auf den Umschalterachsen u_1 und u_2 in Eingriff steht; u_2 endlich überträgt die Bewegung auf ein 20zähniges Rad auf der Anläuferachse *c*, welche somit einen vollen Umlauf macht, während sich u_1 und u_2 um 90° drehen. Das Rad *R'* ist nicht fest mit seiner Achse verbunden, sondern es wird nur zwischen einer mit der Achse festverbundenen und einer zweiten federnden Friktionscheibe fest gehalten. Der in Fig. 259 schraffirte Anläufer *C* wird nach jedem Umlaufe von einem

Vorsprunge des doppelarmigen, von der Feder f rechts nach oben gezogenen Auslösehebels U aufgehalten. Von den drei erforderlichen Umschaltern ist der Leitungsumschalter LU, wie Fig. 258 sehen lässt, vor der vorderen Kastenwand auf das Ende der Achse u_2 aufgesteckt; die beiden

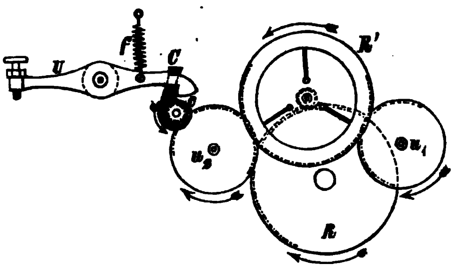


Fig. 259.

Batterieumschalter BU_1 und BU_2 sind auf die hinteren Enden von u_1 und u_2 aufgesteckt und daher in Fig. 258 nicht zu sehen. Jeder der drei Umschalter enthält zwei vollständig isolirte harte Stahlstücke s, gegen welche sich vier gegen einander isolirte Stahlfedern anpressen; in jeder der beiden durch die um je 90° springenden Achsen u_1 und u_2 herbeigeführten Lagen der Umschalter setzt jedes der einmal vertikal stehenden, das andere Mal, wie in Fig. 260 (S. 478), horizontal liegenden Stahlstücke zwei der vier Federn in leitende Verbindung mit einander. Sobald ein (kurzer) Strom von entsprechender Richtung und Stärke die Spulen des polarisirten, den Elektromagneten E_1 und E_2 in Fig. 251 ganz gleichen Elekromagnets E' durchläuft, dessen horizontal liegende Hufeisenmagnete im Inneren des Holzrahmens untergebracht sind, schnellt der mit einer Flachfeder ausgerüstete Anker gegen den Hebel U empor, das rechte Ende von U senkt sich, beseitigt so die Hemmung des Anläufers C, und das Triebwerk dreht c um 360°, die Umschalterachsen u_1 und u_2 um 90°. Die beiden Batterieumschalter kommen nur zur Verwendung, wenn die beiden zur Translation verbundenen Telegraphenleitungen L_1 und L_2 merklich verschiedenen Widerstand haben; sonst wird durch die (mittels Schraubenstöpsel mit einander zu verbindenden) Klemmen am automatischen Umschalter bez. am Telegraphen selbst die für beide Linien gemeinschaftlich zu benutzende Batterie unmittelbar mit den betreffenden Batteriekontaktstücken verbunden. Wird nun L_1 als die längere Linie vorausgesetzt, so sind die vier Federn der beiden in Fig. 260 gezeichneten Batterieumschalter BU_1 und BU_2 mit dem automatischen Doppeltaster AT_1, AT_2, dem Handdoppeltaster T_1, T_2 (vergl. Fig. 257) und dem nicht an Erde liegenden Pole der beiden grossen bez. kleinen Batterien GB_1 und KB_1 (Fig. 260) zu verbinden, und

zwar F_3 und F_4 mit dem Pole von GB_1 und GB_2, F_5 und F_7 mit dem Pole von KB_1 und KB_2, F_6 und F_8 mit dem Arbeitskontakte a in T_1 und T_2, F_1 und F_2 endlich mit den Kontakten b_1 und b_2 in AT_1 und AT_2. Von den vier Federn des Leitungsumschalters LU dagegen ist F_9 bez. F_{11} durch einen Drath mit L_2 bez. L_1 zu verbinden, ferner F_{10} mit den Elektromagnetspulen S_a (entsprechend E_1 und E_2 in Fig. 251) im übertragenden Telegraphen, und endlich F_{12} mit den Spulen S_u (entsprechend E' in Fig. 258) im Umschalter. Um diese Verbindungen vollständig herzustellen, müssen zugleich von den in Fig. 260 noch frei gelassenen Klemmen Dräthe nach den die gleiche Bezeichnung führenden Klemmen des übertragenden Telegraphen (Fig. 257) geführt werden. Aus den Verbindungen, welche bei der in Fig. 260 gezeichneten Lage der Stahlstücke s vorhanden sind, gelangt man leicht zu den Verbindungen, welche nach einer Vierteldrehung der drei Umschalter auftreten. Vor der nähern Besprechung der Schaltungsskizze Fig. 260 mögen jedoch einige andere vorhandene Theile erwähnt werden:

Zuerst ist zu nennen der Wecker. Auf das vor die Vorderwand des metallenen Kastens hervortretende Ende der rechten Umschalterachse u_1 ist an dem äussersten Ende ein vierstrahliger Stern befestigt und wirkt bei seiner Umdrehung (wie aus Fig. 258 deutlich zu erkennen ist) auf einen doppelarmigen Klöppelhebel g, so dass die jedesmalige Veränderung in der Stellung der mit den Kontaktstücken umlaufenden Umschalterachsen durch einen Schlag auf die Glocke G signalisirt wird. Ein am oberen Theile des doppelarmigen Klöppelhebels g angebrachtes Exzenter e entfernt bei seiner Drehung den Hebelarm aus dem Bereiche des vierstrahligen Sternes und beseitigt dadurch die hörbaren Glockensignale.

Der viertheilige Umschalter u, welcher auch bei dem Telegraphen selbst (vergl. Fig. 257) zur Anwendung kommt, dient als Stromwender, um die Multiplikatoren bei den verschiedenen Batterieverbindungen entsprechend in den Stromweg einschalten zu können. Gleichzeitig lässt sich aber mit Hülfe des Umschalters u eine direkte Verbindung der Leitung mit der Erde herstellen.

Der dreitheilige Umschalter D gestattet unter Ausschaltung des Telegraphen, — dessen Gewicht häufiger aufgezogen werden muss, — beide zur Translation verwendeten Leitungen mit den Spulen des automatischen Umschalters, — der nur nach Stunden aufgezogen zu werden braucht, — zu verbinden. Nachdem die in Fig. 260 sichtbaren beiden Stöpsel, welche die beiden Theilstücke der Klemmen L_1 und L_2 verbinden, entfernt worden sind, wird der eine dieser beiden Stöpsel zur direkten Verbindung der mit L_1 und L_2 bezeichneten Klemmen benutzt und der andere Stöpsel zur Verbindung der drei Lamellen des Umschalters D verwendet. Die in beiden Leitungen ankommenden Ströme können dann ihren Weg nicht mehr zum Leitungsumschalter LU u. s. w. nehmen, son-

dern sie gehen über den Umschalter *D*, den Stromwender *u* und durch die Spulen S_u des Elektromagnets zur Erde. Der die Uebertragung überwachende Beamte kann ohne Besorgniss während der Ruhepausen und insbesondere in der Nacht von diesem Mittel Gebrauch machen, da er durch anhaltend aufeinander folgende Glockenschläge von beiden Seiten her durch eine und dieselbe Weckervorrichtung an die Arbeit gerufen werden kann. Eine Abzweigung von dem Umschalter *D* zu der mit *Co* („Controle") bezeichneten Klemme ist für eine Verwendung in besonderen Fällen vorbehalten.

Die Unterbrechungsvorrichtung besteht aus dem Exzenter *e* (Fig. 260) und der gegen den Apparatkörper isolirten Unterbrechungsfeder f_4. Der mit der Erde unmittelbar verbundene Apparatkörper steht in der Ruhelage des Exzenters *e* mit der isolirten Unterbrechungsfeder f_4 und schliesslich durch den Umschalter *u* mit den Spulen S_u und über die paarweise verbundenen Klemmen *RC* und *Ü* (Fig. 257 und 260) mit der Leitung L_1 in Verbindung. Beim Umlaufen der Anläuferachse *c* verlässt das Excenter *e* die isolirte Feder f_4, und auf diese Weise wird der soeben erwähnte Stromweg unterbrochen. Das Auftreten eines nachtheilig wirkenden Induktionsstromes ist verhindert und inzwischen die Leitung über *q*, den aufgeschnellten Anker und den gegen den Körper nicht isolirten Hebel *U* mit der Erde verbunden worden.

Die Uebertragungsvorrichtung, welche neben dem automatischen Umschalter angebracht worden ist (Fig. 260), besteht aus der isolirten Uebertragungsfeder *p*, dem Batteriekontakte *n* und dem Ruhekontakte *m*. Diese Uebertragungsvorrichtung dient nur zur Uebertragung der Unterbrechungen, welche von der empfangenden Endstation durch Niederdrücken der linken Taste herbeigeführt werden, um die telegraphirende Endstation zum Innehalten in der Arbeit zu veranlassen. Die in Rede stehende Uebertragungsvorrichtung könnte daher recht bezeichnend der automatische Unterbrecher genannt werden.

Die Schaltungsskizze (Fig. 260) bietet die Stellung der drei Umschalter für den Fall der Uebertragung aus L_2 nach L_1. Sämmtliche in dieser Skizze noch ohne Verbindungsdrath gelassene Klemmen sind, wie schon angedeutet wurde, mit den die gleiche Bezeichnung führenden Klemmen des übertragenden Telegraphen (Fig. 257) verbunden zu denken; die Batterien und der von *A* nach BT_1 und BT_2 führende Drath hätten dagegen wegzubleiben, ebenso die in Fig. 257 an die Klemme *Ü* anschliessende Telegraphenleitung. Die aus L_2 kommenden positiven und negativen Ströme gehen durch *LU* nach *p* und über *m* zur Apparatklemme *A*, von da nach derselben Klemme (die aber jetzt nicht durch einen Stöpsel mit *RC* verbunden ist), durch den Stromwender *u* des Telegraphen, durch die Spulen E_1 und E_2, über f_2, f_1, T_1 und T_2 nach *E* und zur Erde. Diese Ströme setzen also je nach ihrer Rich-

tung die Uebertragungsfeder F_1 oder F_2 des übertragenden Telegraphen in Umlauf und entsenden dadurch die einen von GB_1 durch BU_1 nach den zwei Klemmen $B\ddot{U}_1$ in Fig. 260 und 257, die anderen von GB_2 durch BU_2 nach den beiden Klemmen $B\ddot{U}_2$ den (ersten) Telegraphirstrom über F_1 und F_2 nach den zwei Klemmen $\ddot{U}$, durch den Umschalter LU und

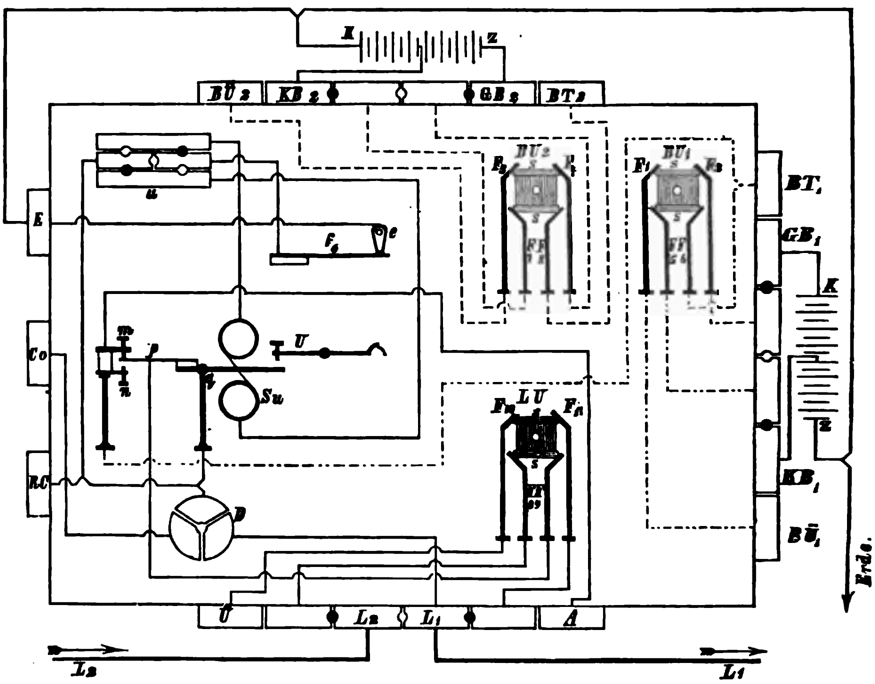


Fig. 260.

in die Leitung L_1. Bei dieser Art der Translation werden sonach die Kontakte im Translator nicht durch die magnetisirenden Wirkungen der (in ihrer Stärke wechselnden) ankommenden Ströme, sondern durch das Triebwerk und deshalb immer gleich gut gemacht. Will bei dieser Stellung des automatischen Umschalters die Uebertragungsstation selbst telegraphiren, so geschieht dies in die Linie L_2 mittels der Handtaster T_1 und T_2 und gleichzeitig in die Linie L_1 in der eben beschriebenen Weise durch Uebertragung. Es geht nämlich z. B. beim Niederdrücken von T_1 der Strom der kleinern Batterie von KB_1 durch BU_1 nach den beiden Klemmen BT_1, durch T_1, f_1, f_2, u, E_1, E_2, u nach den beiden Klemmen A, über m, p, LU, L_2 in die Leitung L_2, die in Umlauf kommende Feder F_1 aber sendet den Strom von GB_1 aus in L_1.

Beabsichtigt nun die bisher empfangende Station in L_1 zum Telegraphiren überzugehen, so stellt sie mit der linken Hand den Griff ihres Erd- und Batteriewechsels *W* (Fig. 257) von „Empfangen" auf „Telegraphiren" und drückt gleichzeitig mit der rechten Hand den linken Taster T_1 nieder. Der (erste) hierdurch in L_1 nach der Uebertragungsstation entsendete Strom nimmt in dieser seinen Weg von L_1 aus durch *LU* nach den beiden Klemmen *Ü*, durch F_1 und F_2 zur Ruhekontaktklemme *RC*, nach derselben Klemme am automatischen Umschalter, durch die Spulen S_u und über f_6 und *e* zur Erde; der Anker des Umschalters schnellt also empor, löst das Triebwerk aus, und es kommen daher die drei Umschalter in die in Fig. 258 gezeichnete Stellung. Schon zuvor aber kommt beim Emporschnellen des Ankers die Feder *p* auf die Kontaktschraube *n* zu liegen und entsendet von KB_1 aus über BU_1, BT_1, *n*, *p*, *LU* und L_2 einen Strom in die Linie L_2 nach der bisher telegraphirenden Station. Der nächste aus L_1 kommende Strom geht schon nicht mehr durch S_u, sondern wird schon in der früher beschriebenen Weise in L_2 übertragen, und deshalb hat die bisher gebende Station in L_2 ihren Umschalter *W* auf „Empfangen" zu stellen.

Zum Schluss mag auch hier noch ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass in dem Jaite'schen Telegraphen ein bequemes Instrument zur Beobachtung der das Nordlicht begleitenden tellurischen Ströme gegeben ist. Der mit seinen Multiplikatoren in eine oberirdische Leitung eingeschaltete Apparat wird durch die tellurischen Ströme unmittelbar in Thätigkeit gesetzt, und es erscheinen in dem ablaufenden Papierbande, bald in dessen oberer, bald in dessen unterer Hälfte Löcher, welche das Auftreten der Ströme, den Wechsel in ihrer Richtung, diese Richtung selbst und die Dauer der Ströme sehr zuverlässig graphisch zur Anschauung bringen, wovon sich Jaite bei einer von ihm ausgeführten Nordlichtbeobachtung während des brillanten Nordlichts im Jahre 1870 bereits überzeugt hat.

d) Schreibtelegraphen für vereinbarte Schrift.

Die Schreibtelegraphen verzeichnen das Telegramm durch einen mit dem gewöhnlichen Schreiben zu vergleichenden Vorgang bleibend auf einen Papierstreifen. Rücksichtlich der dabei jetzt verwendeten Schriftelemente lassen sich die Schreibtelegraphen in 3 Klassen eintheilen, da sie theils Zickzackschrift, theils einzeilige Strichpunktschrift (Morseschrift), theils zweizeilige Schrift liefern.

Die Zickzackschrift, welche Morse schon bei seinen ersten telegraphischen Versuchen zu erzeugen sich bemühte[1]), ist durch Thomson's

[1]) Handbuch der Telegraphie, 1. Bd., S. 129 bis 134.

sinnreichen, aber nicht leicht zu behandelnden Heberschreibapparat (*siphon recorder*) für Unterseelinien verwendbar gemacht worden, welcher zum Schreiben nur eine äusserst geringe mechanische Kraftäusserung erfordert und deshalb mit sehr schwachen und überdies gleich langen Strömen arbeiten kann[1]). In einfacherer Weise suchte Werner Siemens mittels seines Weisschreibers oder Russschreibers bei thunlichst geringem Kraftaufwand eine telegraphische Zickzackschrift zu erzeugen; er lässt eine ganz feine und leichte Schildpattspitze zickzackförmige Züge in eine kurz vorher erst erzeugte Russschicht auf einem Papierstreifen einkritzeln und fixirt dann die Schrift dadurch, dass er den Streifen durch ein Bad mit einer verdünnten Lösung von Schellack in Spiritus leitet und darauf trocknet. Der in der Ausstellung von Siemens & Halske vorhandene, für lange Kabellinien bestimmte kleine Russschreiber unterscheidet sich von dem (auf S. 397 des 2. Bandes des Handbuchs abgebildeten) besonders zur Beobachtung und Aufzeichnung des Verlaufs unregelmässig verlaufender Ströme bestimmten grossen Russschreiber nur in der Form, Anordnung und gegenseitigen Lage der einzelnen Theile. In ihrer magnetisch-elektrischen Einrichtung stimmen die Russschreiber mit dem 1872 patentirten submarinen (elektrodynamischen) Relais überein. Sie besitzen nämlich eine kleine, vom Strome durchlaufene Drathspule, welche sehr leicht beweglich in ein kräftiges, unveränderliches, ringförmiges magnetisches Feld eingehängt ist und je nach der Richtung des durch sie hindurchgehenden Stromes in diesem Felde sich hebt oder senkt, dadurch aber die Schreibspitze hin und her bewegt. Das magnetische Feld ist dadurch gebildet, dass ein massiver Eisenzylinder konzentrisch in ein etwas weiteres Loch in einer Eisenplatte eingesetzt ist; sowohl der Zylinder wie die Platte sind aber auf die Pole eines Stahlmagnets oder eines Elektromagnets aufgesetzt, wodurch der Zylinder ein Nordpol, die Platte ein Südpol wird. Das Alphabet für Zickzackschrift wird jetzt einfach dem jetzt gebräuchlichen Morse'schen nachgebildet, indem durch die Zacke nach oben der Morsepunkt, durch die Zacke nach unten der Morsestrich ersetzt wird.

Zweizeilige Schrift liefern die Doppelschreiber. Da die zweizeilige Strichpunktschrift über 4 Elemente verfügt und deshalb gedrängter erscheint als die Morseschrift, so hat man schon frühzeitig Doppelschreiber gebaut, theils als chemische Telegraphen, theils als Stiftschreiber[2]). Jetzt würde es bei den Doppelschreibern mehr auf eine blos aus Punkten bestehende zweizeilige Schrift (Steinheilschrift) gemünzt sein und auf ihre Verwendung auf Kabeln; dazu müssen die Doppelschreiber möglichst empfindlich sein und die Erzeugung der Schrift nur wenig Kraft erfordern,

---

[1]) Dingler's Polytechnisches Journal, Bd. 224, S. 279 und 405.

[2]) Handbuch der Telegraphie, 1. Bd., S. 476 und 479 ff.

damit die Ströme, welche, weil blos Punkte zu schreiben sind, alle gleich lang sind, möglichst schwach sein können. Dem war bei den drei Doppelschreibern, welche Siemens & Halske ausgestellt hatten, Rechnung getragen. Der eine dieser Doppelschreiber war ein chemischer Telegraph und zeichnete sich durch eine sehr handliche Anordnung der bequemen und mit ihrem Träger verstellbaren, mit regulirbarem Druck auf dem Streifen aufliegenden, nur etwa 2,5 mm von einander entfernten schreibenden Platinstifte aus. Die beiden anderen waren Farbschreiber, und zwar stand der elektrodynamische Doppelschreiber in seiner magnetisch-elektrischen Einrichtung dem Russschreiber ganz nahe, der polarisirte Doppelschreiber dagegen enthielt zwei einfache Spulen, jede Spule hatte vor jedem ihrer Pole einen polarisirten Anker liegen, und die beiden zusammengehörigen Anker derselben Spule waren auf eine gemeinschaftliche, zugleich einen Schreibhebel tragende Achse aufgesteckt. Bei diesen drei Doppelschreibern sollte übrigens der Punkt in der oberen Zeile den Morsepunkt, der Punkt in der untern Zeile den Morsestrich ersetzen.

Als Sender war diesen drei Doppelschreibern und dem Russschreiber bei ihrer Verwendung auf langen Kabeln ein (automatischer) Kabelschlüssel mit zwei Tasten[1]) beigesellt, welcher beim Niederdrücken jeder Taste hinter einander drei Ströme von wechselnder Richtung in das Kabel sendet; für die Dauer dieser drei zusammengehörigen Ströme ist ein Verhältniss gewählt worden, bei welchem das am empfangenden Ende des Kabels auftretende Zeichen möglichst scharf und kurz wird. Durch eine eigenthümliche Verbindung jeder Taste mit einem darunter liegenden Hebel ist dafür gesorgt, dass beim Niederdrücken einer Taste die an jenem Hebel sitzenden Kontaktfedern erst in dem Augenblicke wirklich Kontakt machen und die Stromsendungen in der ihrer Taste eigenen Richtung veranlassen können, wenn die durch ein Triebwerk in Umlauf gesetzte Welle in diejenige Stellung gekommen ist, in welcher die auf sie aufgesteckten beiden Hebescheiben bei ihrer Wirkung auf andere Kontaktfedern die erste jener drei zusammengehörigen Stromsendungen beginnen zu lassen bereit sind. Selbst bei inzwischen losgelassener Taste bleiben dann aber die durch ihren Hebel gemachten Kontakte so lange, bis die Welle mit den Hebescheiben einen Umlauf vollendet, dem Kabel also wirklich alle drei zu einem Zeichen nöthigen Ströme zugeführt worden sind.

An Morsetelegraphen war die Ausstellung sehr reich. Ohne bei den Schulapparaten zu verweilen, welche in Bezug auf Durchsichtigkeit und Handlichkeit keineswegs immer den Anforderungen des Unterrichts genügen, will ich zunächst auf den von Siemens & Halske wieder mit

---

[1]) Der Schlüssel, welchen Thomson und Varley 1865 in England sich patentiren liessen, löst die nämliche Aufgabe in minder zuverlässiger Weise. Vergl. Dingler's Polytechnisches Journal, Bd. 181, S. 423.

ausgestellten Uebungsapparat ohne Elektromagnet hinweisen, bei welchem der Schreibhebel mit dem Tasterhebel so verbunden ist, dass er mit ihm auf und nieder geht. Stiftschreiber — z. Th. mit Federtrieb, so namentlich von W. Gurlt der in Fig. 261. abgebildete und aus dieser

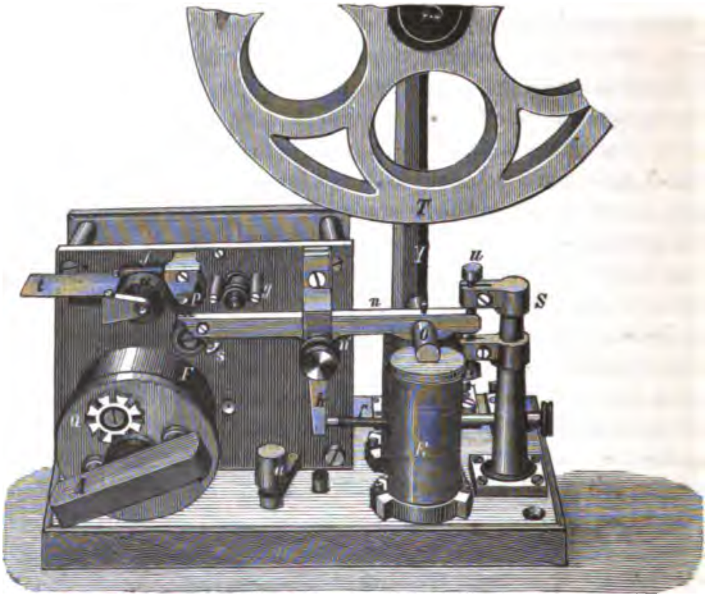


Fig. 261 (1/4 natürl. Gr.).

Abbildung in seiner Anordnung hinreichend klar zu erkennende Stiftschreiber mit einem geradlinigen, vor dem Triebwerkskasten liegenden Anker- und Schreibhebel *n* — und Farbschreiber in den Formen, in denen sie sich theils als Stationsapparate, theils als transportable Apparate bei den Reichstelegraphen, bei den Eisenbahnen und in der Militärtelegraphie eingebürgert haben, waren von allen Firmen in sorgfältiger Ausführung zur Schau gestellt. Nachstehend mögen einige minder bekannte oder ganz neue Einzelnheiten näher besprochen werden.

Bekanntlich legte Gurlt im Mai 1866 das Federhaus ausserhalb des das Triebwerk enthaltenden Kastens[1]), um eine bequemere Auswechselung der Triebfeder zu ermöglichen. Er befestigte dabei das erste Triebrad nicht an dem Federhaus selbst, sondern auf einer Büchse, deren vorderster

[1]) Vergl. hierzu die Abbildungen Fig. 285 bis 287 auf S. 437 in Schellen, Der elektromagnetische Telegraph, 5. Aufl.

vor die Kastenwand vortretender Theil in einen flach abgesetzten Zapfen endet und mit diesem in einen Einschnitt eines Vorsprunges am Federhause hineingesteckt wird. Jene Büchse dreht sich auf einer im Gestell gelagerten Stahlachse, welche um die Federhausbreite aus der Büchse vorragt und fast auf diese ganze Länge mit einer ebenen Fläche versehen ist, damit auf sie das Kernstück, woraus gegenüber der Befestigungsstelle der Triebfeder nach innen zwei Stifte vorstehen, aufgeschoben werden kann. Wird dann der Handgriff auf die Schraube der stählernen Achse aufgeschraubt, so hält er das Federhaus auf dieser fest und kann zugleich zum Aufziehen der mit ihrem andern Ende am Federhause befestigten Triebfeder dienen; während des Aufziehens steht natürlich das Federhaus, beim Ablaufen die stählerne Achse still. Noch jetzt wird diese Anordnung, besonders für Eisenbahnen, oft begehrt, und sie war in der Ausstellung vertreten namentlich an einem Farbschreiber von Gurlt, welcher in seiner äusseren Erscheinung dem in Fig. 261 abgebildeten Stiftschreiber sehr ähnlich und mit Dosenrelais, Galvanoskop, Taster und Blitzableiter auf gemeinschaftlichem Grundbrette untergebracht war. Eine grössere Verbreitung jedoch als diese Anordnung hat sich die von Siemens & Halske ausgegangene umgekehrte Anordnung errungen, welche von den verschiedenen Firmen in ganz gleichen Maassen ausgeführt zu werden pflegt, so dass die in Reserve gehaltenen Federhäuser auf die Apparate aller Firmen passen. So besitzt z. B. der in Fig. 261 abgebildete Stiftschreiber diese Anordnung, Fig. 262 aber giebt

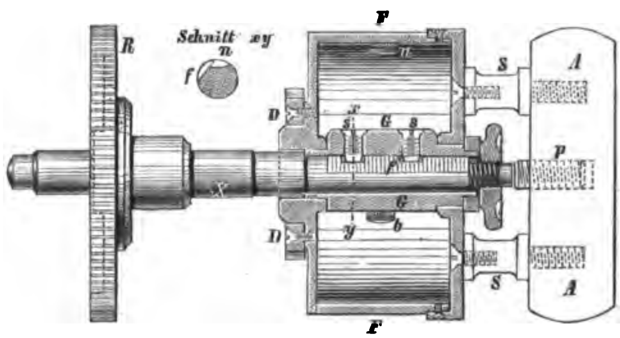


Fig. 262 (1/2 natürl. Gr.).

eine Abbildung derselben (wobei von der Achse X zugleich noch ein Schnitt nach xy dargestellt ist) nach einem von Gebr. Naglo ausgestellten, als Direktschreiber unmittelbar in die Linie einzuschaltenden Normalfarbschreiber. Der Griff A ist mit zwei Stempeln S an das Federhaus F angeschraubt, an dem rückwärts das Sperrrad D sitzt. An die das Haupttriebrad R tragende Achse X ist fast auf dem ganzen im Federhause

liegenden Theil ihrer Länge eine ebene Fläche *f* angearbeitet, auf welcher die innerlich aus dem Kernstücke oder der Nuss *G* vorstehenden beiden Schrauben *s* hingleiten, wenn das Federhaus mit dem Kernstücke auf die konisch zulaufende Achse *X* aufgesteckt wird. Wird dann das Haus mittels des Griffes *A* gedreht, so treten die Schrauben *s* zunächst in zwei schmale Nuthen *n* des Kernstücks ein, so dass nun das Kernstück nicht mehr von der Achse *X* herabgezogen werden kann, wenn es nicht zuvor gegen die Achse *X* etwas rückwärts, d. h. die Achse bei abgespannter Feder etwas vorwärts gedreht wird. Erst bei weiterem Drehen des Griffes *A* wird dann die Triebfeder, welche bei *a* und bei *b* am Hause und am Kernstück befestigt ist, gespannt. Uebrigens wird auf die Achse *X* noch eine Befestigungsmutter aufgeschraubt, welche beim Abschrauben sich von selbst auf den Schraubenstift *p* aufschraubt.

Der sich in das Sperrrad *D* einlegende Sperrkegel und das in ein auf *G* sitzendes einzähniges Rädchen (den Kontrolzahn) eingreifende Stellungsrädchen oder Kreuzrädchen sind der ganzen Kraft der Triebfeder bez. des Aufziehenden[1]) ausgesetzt, und ihre Befestigung an der Gestellwand wird daher sehr stark in Anspruch genommen; sie werden deshalb bei dem Normalfarbschreiber nicht mehr, wie an älteren Schreibapparaten, einfach auf die Gestellwand bezw. die Federhauswand aufgeschraubt, sondern in ihr durch ein (ringförmig) in sie eingelassenes Zwischenstück besonders gelagert, so dass die durch dieses Zwischenstück hindurchgehende Befestigungsschraube hier, wie in ähnlichen anderen Fällen, vollkommen entlastet ist.

Hinter dem Schreibrädchen dieses Farbschreibers wird seit kurzem auf dessen Achse noch ein kleines tief genuthetes Rädchen aufgesteckt, damit von diesem die sich etwa an der Achse hinziehende Farbe oder Tinte in das Farbgefäss abtropfe.

Dieser in der Reichsverwaltung eingeführte Farbschreiber, mit welchem auch der — von W. Gurlt ausgestellte — Farbschreiber der deutschen Militärtelegraphen übereinstimmt, besitzt ferner, damit er sowohl in Arbeitsstromlinien wie in Ruhestromlinien verwendet werden kann, einen gebrochenen Schreibhebel, dessen Einrichtung[2]) in Fig. 263 (in $\frac{1}{2}$ natürlicher Grösse) im Aufriss und Grundriss dargestellt ist. Auf den um die Achse *x* drehbaren und zwischen den Schrauben *u* und *b* spielenden Ankerhebel *n* ist eine Feder *y* aufgesattelt und an dieser um den Stift *z* drehbar der Arm *c* befestigt, welcher an seinem freien Ende *g* die Achse des Schreibrädchens umfasst. Bei Arbeitsstrombetrieb legt sich zufolge des Uebergewichtes der Arm *c* beständig mit seinem Fortsatze rechts an den

[1]) Neuere Vorkehrungen, welche ein Brechen der die Bewegung auf das Kreuzrädchen übertragenden Theile verhüten sollen, sind im Journal télégraphique, 1879, Bd. 4, S. 439 beschrieben.

[2]) Vergl. auch J. Ludewig, Der Reichstelegraphist, 4. Aufl., Dresden 1877, S. 118.

aus der Feder y vorstehenden Stift v[1]) an. Für Ruhestrombetrieb dagegen ist die an einen Lappen p des Ankerhebels n angeschraubte Feder y mittels

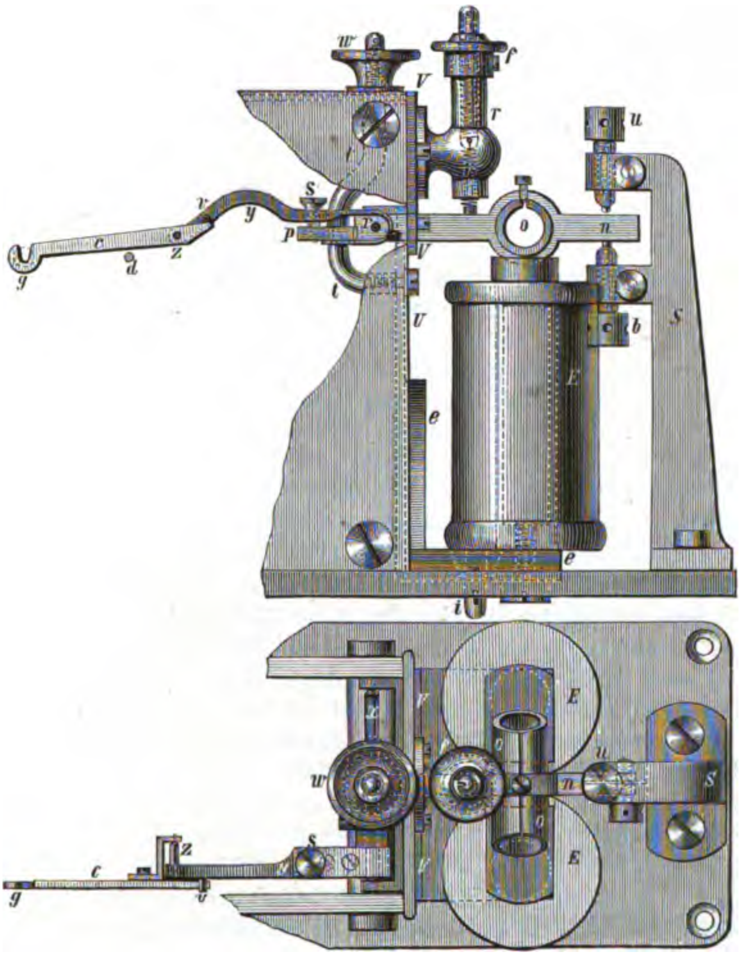


Fig. 263 (1/3 natürl. Gr.).

[1]) An den von Gebr. Naglo gebauten transportablen Schreibapparaten ist dieser Stift v dadurch entbehrlich gemacht, dass das vordere Ende von y gabelförmig gestaltet und die Achse z in den Zinken der Gabel gelagert ist, während das hintere Ende von c sich an die Fläche von y da anlegt, wo der Schlitz zwischen den Zinken beginnt. Der Windflügel an diesem Farbschreiber ähnelt dem an französischen Apparaten häufig vorkommenden, welchen Du Moncel in seinem Exposé des Applications de l'Electricité (3. Aufl., 3. Bd., S. 105) beschreibt; wenn die beiden seitlich von der vertikalen Achse aufgehängten Scheiben durch die Zentrifugalkraft ausschlagen, müssen sie die sich dem Ausschlagen widersetzenden Blattfedern spannen, welche an den die Scheiben tragenden, auf die Achse aufgesteckten Riegel angeschraubt sind.

der Schraube *s* so tief herabzuschrauben, dass, während *n* auf *b* liegt, der Arm *c* eine Auflagerung auf dem in die Gestellwand eingesetzen Stifte *d* bekommt, damit dann bei abfallendem Anker *o* der niedergehende Stift *z* das Ende *g* des Armes *c* mit dem Schreibrädchen zum Schreiben hebt. Die Abreissfeder *f* ist in dem Röhrchen *r* untergebracht.

Die Elektromagnete *E* haben hohle Kerne und stehen nicht fest, sondern sind in der schon seit 1871 von Siemens & Halske gewählten Weise auf eine Eisenplatte *e* gestellt und mit dieser an der Messingplatte *U* befestigt, welche beim Drehen der Schraube *w* mittels des um die Achse *x* herumgreifenden Stabes *t* hinter der festliegenden Platte *V* gehoben und gesenkt werden kann, wodurch die Elektromagnete sich dem Anker *o* nähern oder von ihm entfernen. Man kann so bequem die Anziehung des Ankers bei wechselnder Stromstärke unverändert erhalten, ohne die Stellschraube *b* verstellen zu müssen, was bei Farbschreibern nicht zulässig wäre, weil die schreibenden Theile nicht verstellbar sind. Die Spulenenden sind an zwei in die Holzscheibe der Rollen eingeschraubte Stifte *i* angelöthet, welche durch zwei konische Holzbuchsen hindurchgeführt und so gegen die Platte *e* isolirt sind; an diese Stifte *i* lassen sich die Verbindungsdräthe bequem und ohne jede Gefährdung der Spulenenden anschrauben.

Bei einem von Siemens & Halske ausgestellten Farbschreiber mit Schneide am Schreibhebel war die das Schreibrädchen mit Farbe speisende Filzwalze auf einen längeren, in einem Gelenk an dem einen Ende beweglichen Stab aufgesteckt; sie liess sich daher mit dem Stabe leicht von dem Schreibrädchen und einem mehrfach gefurchten Röllchen, auf welchen beiden sie während der Arbeit ruht und von denen sie in langsame Umdrehung versetzt wird, abheben und nach Bedarf auf dem Stabe verschieben.

Der neuere polarisirte Farbschreiber, welchen Siemens & Halske ausgestellt hatten, besitzt als Fortsatz des Schreibhebels einfach einen polarisirten Anker, welcher mit seinem freien Ende zwischen die beiden Polenden der Schenkel des liegenden Elektromagnets hineinragt, dessen Kerne jedoch nicht auf den Pol eines Stahlmagnets aufgesetzt sind.

Es sei schliesslich hier einiger neuer Selbstauslösungen für Schreibapparate gedacht. Fig. 264 erläutert die Selbstauslösung eines Feldtelegraphen — Farbschreibers für Arbeitsstrom — von Siemens & Halske. Aehnlich wie bei dem für die indo-europäische Linie konstruirten polarisirten Farbschreiber[1]) fängt sich der mit der Achse *v* des Laufwerks umlaufende Aufhalter *i* an der halbausgeschnittenen Achse *e*, sobald der um *u* drehbare Hebel *h* sich rechts vor den auf *e* aufgesteckten Hebel *k* legt und diesen hindert, dem Zuge der von dem Stifte *q* auslaufenden und sich an einen Stift in *k* anheftenden Feder *z* zu folgen. Stösst aber der links von *u* gelagerte, unterhalb *i* das Schreibrädchen tragende Ankerhebel bei der ersten Anker-

[1]) Vergl. Schellen, Der elektromagnetische Telegraph, S. 620.

anziehung gegen die Schraube in *h* und senkt so den rechten Arm von *h*, so wird *k* frei und folgt der Feder *z*; dabei dreht sich *e* soweit, dass *i* mit seiner oberen Spitze an dem Ausschnitte der Achse *e* vorbeigehen kann; wenn nun das Laufwerk in Gang kommt, so erfasst der Stift *d* am Auf-

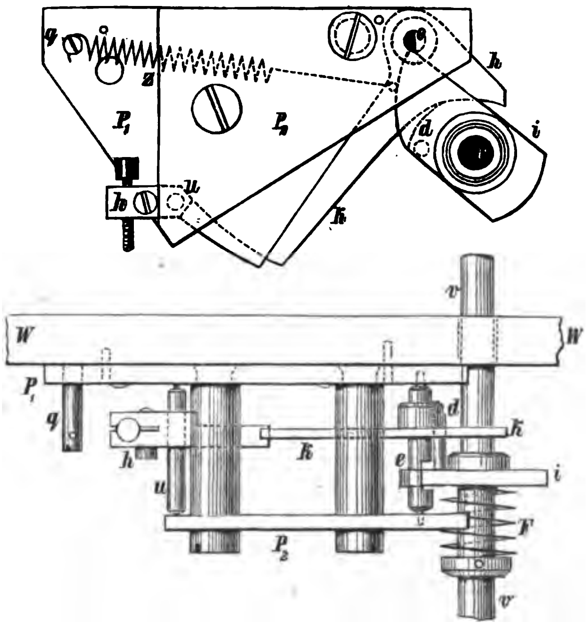


Fig. 264 (¹/₁ natürl. Gr.).

halter *i* den Schnabel des Hebels *k* und führt letzteren zurück, so dass er sich wieder an *h* fangen kann. Damit aber das Laufwerk nicht sofort still stehen bleibt, wenn *i* sich dann wieder an *e* fängt, so ist *i* nicht fest auf seine Achse *v* aufgesteckt, sondern mit derselben blos durch eine Feder *F* verbunden. Die Hebel *h* und *k* sind zwischen zwei Platten P_1 und P_2 gelagert und mit diesen an der Gestellwand *W* befestigt. Eine ähnliche, aber minder einfache Selbstauslösung für Ruhestrombetrieb enthielt der Empfänger auf dem Apparattische für eine Zentralfeuerwehrstation.

Bei der in Fig. 265 abgebildeten, verwandten Selbstauslösung eines Farbschreibers der Gebr. Naglo legt sich, so lange der Elektromagnet *E* seinen Anker *o* angezogen hält, eine Schneide an dem Schreibhebel *c*, welcher auf den Lappen (*p* in Fig. 263) des um *x* drehbaren Ankerhebels *n* aufgeschraubt ist und bei *g* die Achse des Schreibrädchens aufnimmt, vor eine Schneide an dem Hebel *k*, an dessen halbausgeschnittener, in der

vorderen Gestellwand und in der an diese angeschraubten Platte *P* gelagerten, kurzen Achse *e* sich der Aufhalter *i* fängt. Fällt beim Telegraphiren der Anker *o* ab, so zieht die Feder *z* den Hebel *k* nach rechts, das erste Rad *R* des Triebwerks setzt R_1, R_2, R_3, also auch *i* in Bewegung, bis der Daumen *d*

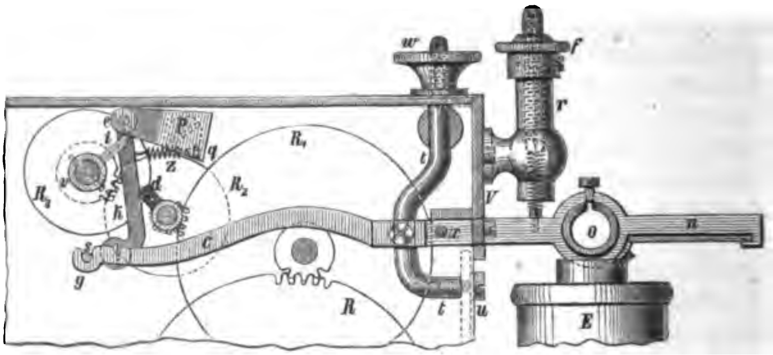


Fig. 265 (1/2 natürl. Gr.).

auf der Achse des dritten Rades R_3 den Hebel *k* wieder links schiebt, worauf sich *i* wieder an *e* fangen muss, wenn *o* dauernd angezogen bleibt, d. h. das Telegraphiren aufhört.

Unter den in der Ausstellung vorhandenen Morse-Tastern[1]) für einfache Ströme wäre der lautlose Taster[2]) von Siemens & Halske zu erwähnen, bei welchem der Schlag des Tasterhebels auf die Kontakte durch eine zwischengelegte Feder gemildert und dadurch der bei anderen Tastern auftretende störende Lärm merklich vermindert ist. Der von Siemens & Halske ausgestellte Wechselstrom-Taster erinnert an den von Maron[3]); bei ihm legt, so lange nicht telegraphirt wird, eine Feder den einen mit der Leitung verbundenen Arm eines Winkelhebels an einen nach dem Empfänger führenden Kontakt; will man telegraphiren, so dreht man durch den Druck des Fingers auf das neben dem Knopfe des Tasterhebels liegende Ende des zweiten Armes den Winkelhebel um seine am Tasterhebel angebrachte, gegen diesen isolirte vertikale Achse und hält ihn dann an den Tasterhebel angedrückt; beim Spiele des auf diese Weise in den Stromkreis gebrachten Tasterhebels tritt dann vom Arbeitskontakte aus der Strom der Arbeitsbatterie, vom Ruhekontakte aus der Strom der Gegenbatterie in die

[1]) Nicht ganz ohne Interesse war eine Verfolgung der verschiedenen Mittel, durch welche ein Nachstellen der Tasterachse bei eingetretener Abnutzung derselben ermöglicht werden soll.

[2]) Handbuch der Telegraphie, Bd. 4, S. 205 und Fig. 162.

[3]) Dingler's Polytechnisches Journal, Bd. 219, S. 506.

Linie. Beim endlichen Rückgange in seine Ruhelage entladet der Winkelhebel die Linie selbstthätig zur Erde.

Die ausgestellten transportablen Morsetelegraphen enthielten in einem verschliessbaren Kasten, der sich bequem aus einander schlagen lässt, ausser einem Farbschreiber einen Taster und ein Galvanoskop in einer Anordnung, welche mit der auf S. 315 und 317 des 4. Bandes des Handbuchs der Telegraphie abgebildeten Anordnung der von Siemens & Halske gelieferten tragbaren Telegraphen übereinstimmt. Während letztere entweder eine das Schreibrädchen speisende Farbwalze aus Filz oder ein abnehmbares und unter einer mit einem Lederpolster zum Verschluss der Oeffnung versehenen Klappe aufzubewahrendes Farbgefäss haben, tauchte sowohl an dem bereits in Anm. 1 auf S. 485 erwähnten Naglo'schen Telegraphen, wie bei dem in Fig. 266 abgebildeten, von Horn ausgestellten (früher in grösserer Zahl für russische Bahnen gelieferten) Telegraphen das Schreibrädchen in einen röhrenförmigen Fortsatz L_1 des Farbgefässes L, über welchen eine zweite Röhre L_2 in der aus dem rechts oben beigefügten Schnitte deutlicher ersichtlichen Weise geschraubt ist[1]). Bei der in der Hauptfigur gezeichneten, durch einen Anschlag zu fixirenden Lage des Griffes l liegen die Schlitze der beiden konischen Röhren übereinander, und es kann durch sie hindurch das Schreibrädchen J in die Farbe eintauchen, wenn man das mit seinem Schlitze über einen vierkantigen Dorn der Gestellwand geschobene und mittels einer Schraube L_3 fest zu stellende Gefäss L genügend weit emporschiebt; giebt man dem Griffe l die Stellung wie im beigegebenen Längsschnitte, so verschliesst L_2 den Schlitz in L_1. Auch hier steht der Elektromagnet E auf einem eisernen Winkel, welcher mittels der Schraube w gehoben und gesenkt werden kann. Der um die Achse x drehbare Anker- und Schreibhebel n spielt mit dem nach unten gerichteten Arme y zwischen zwei Stellschrauben S_1 und S_2. Damit der Apparat für Ruhestromlinien und für Linien mit Arbeitsstrom bez. mit amerikanischem Ruhestrom zugleich benutzbar wird, kann der mit einem kleinen Griff f_2 versehene Anker o mittels der Schraube f_1 (in der von Siemens & Halske schon 1873 benutzten Weise, vergl. Handbuch der Telegraphie, 4. Bd., S. 228) nach Erfordern über oder unter den Polplatten des Elektromagnets E befestigt werden. Dementsprechend sind an dem Taster T zu beiden Seiten der Achse d bei Z_1 und Z_2 zwei Spiralfedern angebracht, so dass man durch entsprechende Regulirung der Federspannungen dahin gelangen kann, dass der Taster in der Ruhelage auf dem hinteren Kontakte c (bei gewöhnlichem Ruhestrom) oder (bei amerikanischem Ruhestrom) auf dem vorderen Kontakte a aufliegt; im ersteren Falle

---

1) Derartige Farbgefässe wurden von Siemens & Halske bereits 1871 verwendet, und zwar ausgerüstet noch mit einer Einrichtung, welche eine Drehung des Griffes l, also eine Verschliessung der Röhre L_1 unmöglich machte, so lange das Farbrädchen J in L_1 eintauchte.

ist in dem neben dem Taster angebrachten Umschalter *Z* ein Stöpsel in das Loch *1*, im anderen in das Loch *2* einzustecken, damit der Stromkreis von der Klemme k_1 durch das Galvanoskop *G* über *1* und *c*, bez. über

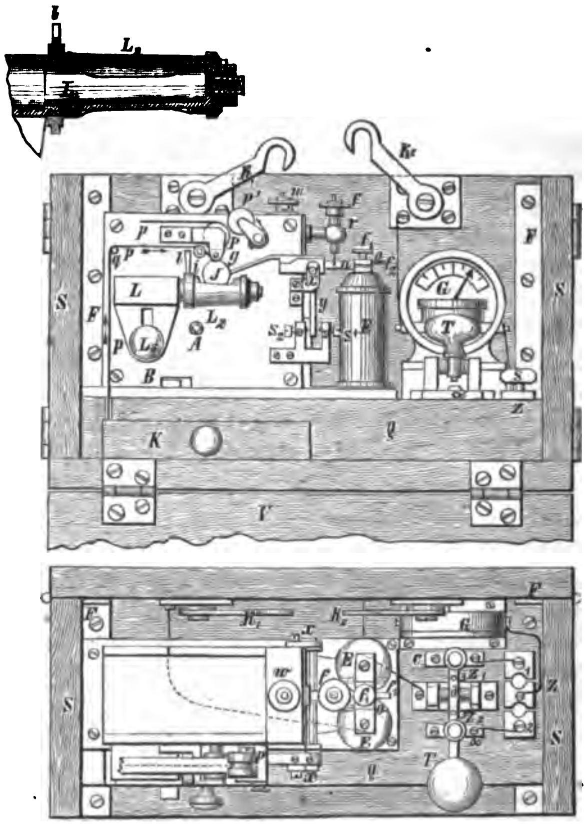


Fig. 266 (1/5 natürl. Gr.).

2 und *α* nach *d*, die Spulen von *E* und die Klemme k_1 geschlossen werde. Mittels eines auf den Stift *A* aufzusteckenden Schlüssels wird das Triebwerk aufgezogen, mit dem Hebel *B* die Bremse gelüftet. Die Papierrolle ist in dem Kasten *K* des Fussbrettes *Q* untergebracht, und es läuft der Streifen *p* über einen Stift *q* und ein Führungsröllchen *i* nach dem Stifte *g* und zwischen der Riffelwalze *P* und der Druckwalze *P'* des Papierzuges hindurch und dann abermals über ein Führungsröllchen. Boden und Rückwand des Kastens sind durch Winkel *F* aus Flacheisen mit einander ver-

bunden; die beiden Seitenwände S lassen sich nach links und rechts, die mit dem Deckel durch Angeln verbundene Vorderwand V nach unten aufschlagen.

e) Automatische Telegraphen[1]).

Automatische Stromsender (und zwar Stiftautomaten) waren von Siemens & Halske ausgestellt. Ausser dem bekannten[2]) Dosenschriftgeber für Morseschrift und für Steinheilschrift, welche beim Druck auf jede Taste gleich einen ganzen Buchstaben durch Verschieben einer grössern Anzahl von Stiften in der Dose vorbereiten und aus denen sich auch der Geber des Börsendruckers (S. 460) entwickelt hat, war auch ein neuer, dem Dosenschriftgeber nahe verwandter Dreitastensender für Morseschrift da. Von den drei Tasten des letzteren war die eine mit einem Punkte, die andere mit einem Striche beschrieben, die dritte aber leer; dementsprechend wurden beim Niederdrücken einer Taste in der Dose so viele Stifte verstossen, als zum Telegraphiren eines Punktes bez. eines Striches oder des Zwischenraumes zwischen zwei Morsezeichen nöthig sind. Die vom Telegraphisten durch wiederholtes Niederdrücken der Tasten mit beliebiger Geschwindigkeit vorbereiteten Morsezeichen telegraphirt dann ein über die Stifte mit der richtigen Geschwindigkeit hinstreichender und dabei den Kontakthebel bewegender Arm ab.

f) Translatoren.

Ausser dem auf S. 467 u. f. schon besprochenen, von W. Gurlt ausgeführten Jaite'schen Translator enthielt die Ausstellung nur noch ein auch als Translator verwendbares Hughes-Relais (vergl. S. 493).

g) Telegraphische Nebenapparate.

Von Umschaltern hatten Siemens & Halske die von ihnen seit 1872 benutzten, in Fig. 267 in ihrer Einrichtung für zwei verschiedene Fälle der Verwendung abgebildeten Kurbelumschalter ausgestellt, in denen ein dauernd guter Kontakt dadurch gesichert ist, dass die Kurbel k ihre Achse a in einem längern Schlitze umfasst, durch eine in dem Schlitze nach vorn zu untergebrachte, sich gegen die Schlitzwand und ein die Achse lose umschliessendes Unterlegblech stemmende Spiralfeder an die Achse herangezogen wird und beim Anliegen an den festliegenden Messing-

---

[1]) Hierher könnten auch der automatische Doppeltaster an Jaite's Telegraph (S. 470) und der Kabelschlüssel von Siemens & Halske (S. 481) gerechnet werden.

[2]) Vergl. Dingler's Polytechnisches Journal, Bd. 221, S. 529; Zetzsche, Automatische Telegraphie, Berlin 1875, S. 55.

schienen oder Klinken (1, 2) die Feder spannt. Dabei können auch noch andere, bewegliche Klinken *f* durch Federn gegen die Nase der Kurbel *k* gepresst werden. Die unter dem Apparattische anzubringenden Fussumschalter[1]) von Siemens & Halske bewirken die gewünschten Umschaltungen beim



Fig. 267 (1/5 natürl. Gr.).

Treten auf einen Fusstritt ohne weiteres Zuthun des Beamten. Ist so eine falsche Schaltung ausgeschlossen, so darf der Beamte auch den Fuss nicht vom Tritte wegnehmen, also den Apparat nicht verlassen, so lange er an der Beförderung eines Telegramms betheiligt ist, weil beim Loslassen des Trittes der Umschalter selbstthätig die normale Schaltung wieder herstellt. (Vergl. auch unter *B.*)

An den in der Ausstellung befindlichen Blitzableitern, Galvanoskopen und Weckern war nichts Neues zu bemerken. (Vergl. jedoch unter *i.*)

Von den ausgestellten Relais sind zu erwähnen das elektrodynamische Relais von Siemens & Halske und das von Gebr. Naglo gearbeitete Hughes-Relais; beide sind für die Kabeltelegraphie bestimmt, welche uns ja durch den raschen Ausbau unseres unterirdischen Leitungsnetzes näher gerückt wurde. Das erstere ist ein Relais ohne veränderlichen Magnetismus und gleicht in seiner magnetisch-elektrischen Einrichtung, wie der Russschreiber und der elektrodynamische Doppelschreiber dem submarinen Relais von 1872, nur dass es zwei in kräftigen magnetischen Feldern aufgehängte Spulen besitzt; jede Spule hängt an einem einarmigen Hebel, welcher zwischen zwei gegen einander isolirten Kontaktschrauben spielt.

Das in der deutschen Reichsverwaltung eingeführte[2]) polarisirte Hughes-Relais (Fig. 268, Ansicht und Grundriss) wird hauptsächlich als Translator in Hughesleitungen verwendet, um durch Verkürzung der Arbeits-

---

[1]) Handbuch der Telegraphie, 4. Bd., S. 290.

[2]) Vergl. den Anhang zur Beschreibung der in der Reichstelegraphenverwaltung gebräuchlichen Apparate.

strecken die besonders beim Arbeiten auf Hughes'schen Typendruckern störende Retardation zu vermindern. Die inneren Spulenenden des Elektromagnets E sind an zwei durch Ebonitunterlagen isolirten Klemmen befestigt,

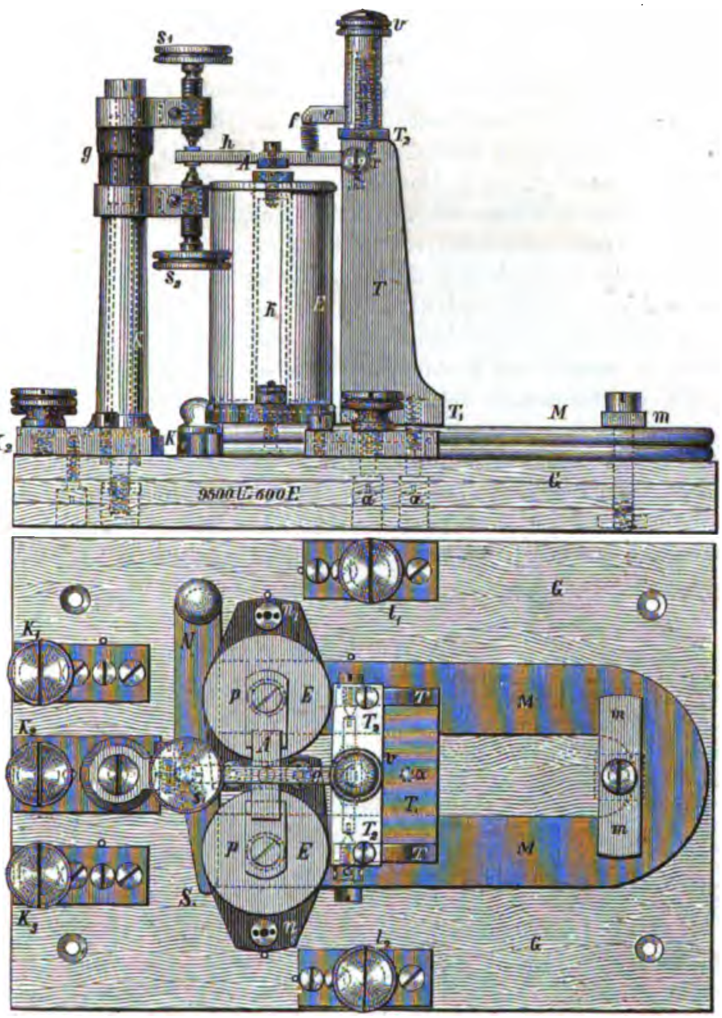


Fig. 268 (1/2 natürl. Gr.).

welche durch einen starken Drath mit einander verbunden werden; die äusseren laufen an zwei ähnliche Klemmen n_1 und n_2, von denen Dräthe nach den Klemmen l_1 und l_2 weiter gehen und hier sich an eine Telegraphenleitung

anschliessen. Die Windungen sind zwischen je zwei Messingscheiben auf die Kerne *k* unmittelbar aufgewickelt und mit lackirtem Leder überzogen. Auf die Schenkel des aus zwei auf einander liegenden Lamellen bestehenden Hufeisenstahlmagnets *M* sind die hohlen Kerne *k* des Elektromagnets *E* aufgeschraubt, so dass die auf dieselben aufgeschraubten Polschuhe *p* polarisirt werden und ihren Anker *A* auf der thunlichst hoch gestellten Kontaktschraube s_2 festhalten. Die Abreissfeder *f* wird dann mittels der Schraube *v* so eingestellt, dass sie bei der geringsten Aenderung des magnetischen Zustandes durch einen *E* durchlaufenden Strom den um *x* drehbaren einarmigen Ankerhebel *h* gegen die Kontaktschraube s_1 legt. Es kann jedoch dieses Relais, z. B. zum Arbeiten in Morselinien, auch so benutzt werden, dass der Anker in seiner Ruhelage von den Elektromagnetpolen entfernt ist; dann müssen die Linienströme den von *M* induzirten Magnetismus der Kerne *k* vermehren. Da nun s_1 und s_2 durch ein Hartgummistück *g* gegen einander isolirt sind und da die zwei Klemmen K_1 und K_2 bezw. mit dem Ankerhebel *h* und mit s_1 verbunden sind, s_2 mit dem Fusse K_2 der hohlen Säule *K* in metallischer Verbindung steht, so können die kürzesten die Linie $l_1 l_2$ durchlaufenden Telegraphirströme in eine zweite an K_1 geführte Linie weitergegeben werden. Die magnetisirende Wirkung der Magnete *M* auf die Kerne *k* lässt sich mittels des *M* schliessenden Ankers *NS* aus weichem Eisen reguliren. Der Magnet *M* ist mittels der Messingschiene *m* und durch zwei in den Fuss T_1 des Ankerträgers *T* eingeschraubte Schrauben *a* auf der Grundplatte *G* befestigt.

h. Telephone.

Siemens & Halske hatten ihr im Handbuche der Telegraphie (Bd. 4, S. 318) ausführlich besprochenes Telephon mit Hufeisenmagnet und Ruftrompete vorgeführt und dasselbe ausserdem in einem Telephonschränkchen für Eisenbahndienstzwecke mit Einschalter und Taster vereinigt.

Ueber Lüdtge's Universal-Telephon, welches als das älteste Mikrophon anzusehen ist (Dingler's Polytechniches Journal, Bd. 232, S. 231), ist schon an einer anderen Stelle[1]) berichtet worden.

i. Linienbau und Untersuchung.

Für oberirdische Linien bestimmte Isolatoren waren von Siemens & Halske und von Gebrüder Naglo ausgestellt; unter denselben befand sich an beiden Stellen der eigenthümliche Spannkopf der hannöverschen Staatsbahnen, der in seiner Gusseisenglocke zwei in einander gekittete Ebonit-

[1]) Vergl. den Bericht des Herrn Christiani, S. 439.

glocken enthält, aus denen der Drathträger heraustritt; letzterer ist nahe am unteren Ende mit zwei seitlich an ihm befestigten Lappen oder Backen ausgerüstet, welche den zu einer Schleife geschlungenen Leitungsdrath zwischen sich und zwei gegenüberstehenden Backen zweimal festklemmen.

Von Gebr. Naglo waren ferner die beiden in Fig. 269 in $^1/_4$ natürlicher Grösse abgebildeten, von Schomburg gelieferten Isolatoren ausgestellt,

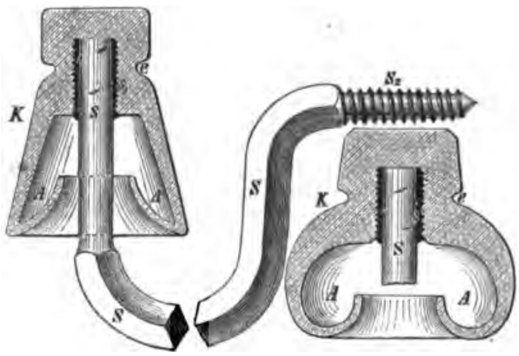


Fig. 269 ($^1/_4$ natürl. Gr.).

welche in dem ringförmigen Raume *A* der Porzellanglocke *K* mit Chlorkalzium in Stücken oder mit konzentrirter Schwefelsäure angefüllt werden, um die darüber in der Höhlung befindliche Luft trocken zu erhalten und so eine bessere Isolirung zu erzielen[1]). Auch der in der Zeitschrift des deutsch-österreichischen Telegraphenvereins (13. Jahrg. S. 136) beschriebene Stangenblitzableiter war an dem Isolatorpfosten der Gebr. Naglo zu sehen.

Sehr reichhaltig war die aus der Kabelfabrik von Siemens & Halske hervorgegangene Sammlung von Kabelproben, welche durch die in zwei Kästchen enthaltenen vollständigen Fabrikationsstufen eines vieraderigen und eines siebenaderigen Kabels besonders lehrreich gemacht wurde.

Da über die Messinstrumente, welche bei den Leitungsuntersuchungen Verwendung finden, an einer anderen Stelle berichtet wird, so mag hier nur des für das k. preussische Ingenieurkomité hergestellten Galvanoskops zur Untersuchung von Blitzableitern von Keiser & Schmidt gedacht werden, das sowohl in der in Dingler's polytechnischem Journale (Bd. 218, S. 29) beschriebenen, etwas einfacheren Ausführung als in einer

[1]) Johnson & Phillips füllten ihre ähnlichen Isolatoren, um die feuchte Luft von den Isolatorwänden fern zu halten, mit Oel oder einer anderen isolirenden Flüssigkeit. Vergl. Telegraphic Journal, 1877, S. 244.

anderen, nahezu gleichzeitig entstandenen ausgestellt war. Dieses Galvanoskop (Fig. 270) soll zum Gebrauch von minder geübten Personen geeignet sein, und es wurden deshalb seiner Einrichtung gewisse Mittelwerthe zu Grunde gelegt, welche durch längere Versuche ermittelt worden sind.

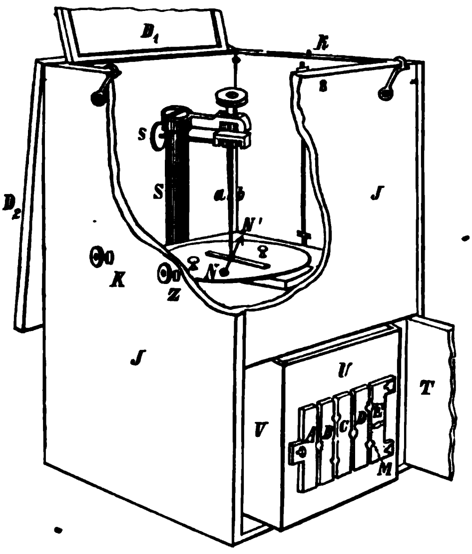


Fig. 270 (1/4 natürl. Gr.).

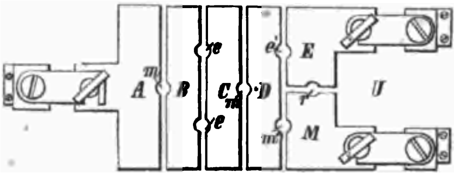


Fig. 271 (1/2 natürl. Gr.).

Die Untersuchung von Blitzableitern hat sich auf zwei in ihren Widerstandsverhältnissen sehr wesentlich von einander verschiedene Theile der Blitzableiterleitung zu erstrecken, nämlich auf die metallene Leitung und auf die Erdleitung. Diese beiden Theile sind nach einander getrennt auf ihr Leitungsvermögen zu prüfen, und das von Keiser & Schmidt dazu bestimmte Instrument soll die Verhältnisse, unter denen die genannten zwei Prüfungen ausgeführt werden, den Widerstandsverhältnissen der beiden zu prüfenden Theile anpassen, indem es die Füglichkeit bietet, einerseits

die Schaltung der Batterie und andererseits die Zahl der Galvanoskopwindungen und den Widerstand derselben zu wechseln. Dies geschieht durch Verstecken dreier Metallstöpsel in einem Umschalter *U* (Detailzeichnung in Fig. 271) mit 6 Schienen *A*, *B*, *C*, *D*, *E* und *M*.

Die Batterie besteht aus 4 Marié-Davy'schen Zink-Kohlen-Elementen mit einer Füllung von zweifach schwefelsaurem Quecksilberoxyd; diese 4 Elemente befinden sich in dem Kasten *V* (Fig. 270), an dessen Vorderwand der Umschalter *U* angebracht ist, und sollen durch Einstecken zweier Stöpsel in die zwei Löcher *m*,*m* (zwischen *A* und *B* bezw. *C* und *D*) bei Untersuchung der metallenen Leitung zu einem Elemente von vierfacher Oberfläche, durch Einstecken derselben Stöpsel in die Löcher *e*,*e* (zwischen *B* und *C*) zu zwei hinter einander geschalteten Elementen von doppelter Oberfläche gruppirt werden. Dazu werden sowohl die Zinke, wie die Kohlen des ersten und zweiten, sowie des dritten und vierten Elementes metallisch mit einander verbunden; ferner ist das Zink des ersten mit der Schiene *A*, das Zink des dritten mit *B*, die Kohle des ersten mit *C*, die Kohle des dritten endlich mit *D* verbunden. Von *A* läuft ein Drath weiter nach der Zinkpolklemme *Z*, welche sich an der Aussenseite des in Fig. 270 mit abgebrochenem Deckel D_1 und abgebrochener Thür *T* dargestellten Gehäuses *J* befindet; die Kohlenpolklemme *K* ist durch das Galvanoskop hindurch mit *D* zu verbinden. Da nun aber als Multiplikatorgewinde bei der Untersuchung der metallenen Leitung ein blosser doppelter, links und rechts von der Nadel hinlaufender Kupferstreifen, bei der Prüfung der Erdleitung hingegen eine achtfache Drathwindung benutzt werden soll, so ist das eine Ende der letzteren und des Kupferstreifens mit *K* zu verbinden, das andere Streifenende dagegen mit der Schiene *M*, das andere Ende der Drathwindungen aber mit *E*, und es ist ein dritter Stöpsel, welcher für gewöhnlich in dem Loche *r* steckt, bei Stöpselung in *m*,*m* in das Loch *m'*, bei Stöpselung in *e*,*e* in das Loch *e'* zu stecken. Der dritte Stöpsel wird jedoch erst in dem Augenblicke, wo das Instrument zur Ablesung bereit aufgestellt ist, in *m'* oder *e'* eingesteckt. Zur Füllung jedes Elements sind ausser dem nöthigen Wasser 50 g zweifach schwefelsauren Quecksilberoxyds erforderlich.

Die unter dem Zeiger *NN'* liegende Magnetnadel des Galvanoskops ist an zwei Fäden *a* und *b* aufgehängt, deren obere Enden sich mittels der Schraube *s* verstellen lassen und einander um so mehr genähert werden müssen, je empfindlicher das Galvanoskop sein soll. Durch eine Arretirung kann die aufschlagende Nadel rasch beruhigt werden; beim Transport wird die Nadel durch die Arretirung emporgehoben, dadurch festgestellt und so gegen Beschädigung geschützt. Die Arretirnng wird beim Schliessen des Kastens von selbst herbeigeführt, indem der Deckel den Knopf *k* niederdrückt.

Bei der Prüfung der metallischen Leitung wird an dieselbe dicht unter

der Blitzableiterspitze ein Drath von 2,5 mm Durchmesser angelöthet; ein zweiter Drath wird an der Leitung da befestigt, wo sie in den Erdboden geht, und zwar so tief wie möglich. Das Instrument wird wagerecht aufgestellt und so gerichtet, dass die Nadel frei spielt und sich auf Null einstellt; die Fäden werden dicht zusammen gestellt; zwei Stöpsel stecken in den beiden Löchern *m* und *m*, der dritte in *r*. Nun wird ein künstlicher Widerstand (eine Drathspule von etwa 0,5 S. E. Widerstand), welcher einem Blitzableiter von mittleren Abmessungen entspricht, zwischen die Polklemmen *Z* und *K* eingeschaltet, der Stöpsel aus *r* in *m'* eingesteckt und die Fäden so weit auseinandergeschraubt, dass die Nadel sich zwischen 25 und 30° einstellt und nun der Stöpsel aus *m'* wieder in *r* gesteckt. Nachdem nun der künstliche Widerstand wieder ausgeschaltet worden ist, werden jene beiden am Blitzableiter befestigten Hülfsdräthe in die Polklemmen *Z* und *K* eingelegt und der Stöpsel aus *r* wieder in *m'* gesteckt. Wenn jetzt der Ausschlag der Nadel, deren Fäden natürlich nicht etwa inzwischen verstellt worden sein dürfen, ebenso gross oder grösser ist als früher, so ist die Leitung unzweifelhaft gut; sie gilt noch als brauchbar, wenn der Ausschlag bis höchstens 5° geringer ist, als bei Einschaltung des künstlichen Widerstandes. Ist er mehr als 5° geringer, so muss die Fehlerstelle aufgesucht werden, indem man den unteren Hülfsdrath von Verbindungsstelle zu Verbindungsstelle aufwärts rückt, bis man endlich den vorschriftsmässigen Ausschlag erhält; wenn es dabei nach etwa zwei Minuten nicht gelingt, die Nadel durch leise Arretirungen zum Stehen zu bringen, so muss man den Stöpsel wiederholt zwischen *r* und *m'* umstecken.

Wie bei der Prüfung der metallischen Leitung ein künstlicher Vergleichswiderstand benutzt wird, so vergleicht man bei der Untersuchung der Erdleitung deren Widerstand mit dem einer unzweifelhaft guten Erdleitung. Als solche lässt man eine Erdleitung gelten, welche durch eine mindestens 0,5 qm grosse, in einen Quellbrunnen (nicht in eine Zisterne), einen Fluss, einen Teich, einen tiefen Morast, oder in Grundwasser eingelegte Kupferblechtafel gebildet wird. Eine solche Erdplatte P_1 wird mit dem Fusse des Blitzableiters durch einen um so dickeren, gegen die Erde isolirten Draht verbunden, je weiter beide von einander entfernt sind. Ausserdem legt man in etwa 1 bis 2 m Entfernung von P_1 eine zweite Platte P_2 in das Grundwasser und führt von dieser einen zweiten Draht, welcher nicht isolirt zu sein braucht, bis in die Nähe des Blitzableiters. Man führt nun die Enden dieser beiden Hülfsdräthe in die Polklemmen *K* und *Z* ein, zweckmässig mittels dünner, biegsamer Drathspiralen, damit die Dräthe keinen Zug auf das Instrument ausüben; man beobachtet dann unter Stöpselung in *e*, *e* und *e'* in der schon angegebenen Weise den Ausschlag, der bei nahe aneinander geschraubten Fäden 15° nicht zu übersteigen pflegt. Darauf entfernt man das Ende des von P_2 kommenden Drathes aus seiner Klemme und legt in diese an seiner Stelle einen Drath ein,

welchen man am Fusse des Blitzableiters, so tief als man zu ihm gelangen kann, befestigt; ist der jetzt beobachtete Ausschlag so gross wie der früher beobachtete, so ist die Erdleitung des Blitzableiters eben so gut wie P_2. Erhält man bei der zweiten Beobachtung gar keinen Ausschlag, so kann die Leitung des Blitzableiters noch unter dem Punkte, wo der Drath angelegt wurde, zerrissen sein, und man muss deshalb die Leitung herausnehmen.

Ausschläge, welche nur um ¼ geringer sind, als der bei Einschaltung von P_2, also Ausschläge von über 11°, machen eine Aenderung der Erdleitung des Blitzableiters nicht unbedingt nöthig, besonders wenn man Ursache hat, auf einen zur Zeit der Beobachtung vorhandenen niedrigen Stand des Grundwassers zu schliessen. Noch geringere Ausschläge aber weisen auf eine schlechte Beschaffenheit der Erdleitung hin.

B. Die elektrischen Haus- und Stadttelegraphen.

Ausser den schon unter *A, h.* aufgeführten Telephonen enthielt Gruppe XI keine Haustelegraphen, sofern man zu diesen nicht den unter *C* zu besprechenden Wächterkontrolapparat zählen will. Dagegen hat die im Handbuche der Telegraphie (Bd. 4, S. 121) gebotene Beschreibung des amerikanischen Distrikttelegraphen den Anstoss zu zwei Nachbildungen gegeben, von denen die eine (von W. Gurlt) als Stadttelegraph und zugleich auch ausschliesslich für Feuerwehrzwecke eingerichtet, die andere nur letzteren Zwecken dienstbar gemacht ist; letztere (von Gebrüder Naglo) bleibt einer Besprechung unter *C* vorbehalten.



Fig. 272 (⅓ natürl. Gr.).

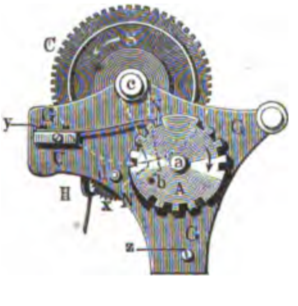


Fig. 273 (½ natürl. Gr.).



Fig. 274 (½ natürl. Gr.).

Gurlt's Distrikttelegraph schliesst sich auch äusserlich an den in Fig. 272 in der Aussenansicht (in ⅓ natürlicher Grösse) und in Fig. 273 und 274 in seinen einzelnen Theilen (in ½ natürlicher Grösse) dar-

gestellten amerikanischen an, trägt aber anstatt der Buchstaben *M*, *P*, *F* die Aufschriften „Bote", „Wagen", „Polizei" und „Feuer"; auch ist ihm ein Galvanoskop beigefügt. An der Achse *c* der Kurbel *K* ist mit einem Ende die Triebfeder *S* befestigt, deren anderes Ende an dem feststehenden Federhause eingeklemmt ist. Wird nun die Kurbel *K* in der Richtung des Pfeiles in Fig. 272 gedreht, bis 1, 2, 3 oder 4 der 5 Zähne des fest auf die Kurbelachse *c* aufgesteckten Sperrrades *R* (Fig. 274) an dem auf dem Zahnrade *C* sitzenden und durch die Feder *f* gegen *R* gepressten Sperrkegel *k* vorübergegangen sind, so dreht die dadurch gespannte Feder *S* beim Loslassen der Kurbel die Achse *c* rückwärts, *R* überträgt diese Bewegung durch die Vermittelung von *k* auf *C* und dieses mittels eines auf der Achse *a* sitzenden Getriebes, das nur ¼ soviel Zähne hat als *C*, auf das Schliessungsrad *A*. Indem nun *A* und *C* in der Richtung der Pfeile in Fig. 273 sich drehen, kommen die Vorsprünge von *A* der Reihe nach mit der Kontaktfeder in Berührung, welche auf dem gegen die Gestellplatte *G* isolirten Plättchen *U* angebracht ist, und schliessen den Stromkreis zwischen *y* und *z*. *A* macht so viel Umläufe, wie viel Zähne von *R* an *k* vorübergeführt wurden und telegraphirt bei jedem Umlaufe dreimal das Zeichen auf *A*, hier also ...——, das die Nummer der rufenden Station ausdrückt. Von *a* (Fig. 273) aus pflanzt ein weiteres Räderpaar die Bewegung noch auf die Achse *d* fort, und das auf *d* sitzende Steigrad *x* versetzt die als Regulator für das Triebwerk dienende Hemmung *H* in pendelnde Bewegung; die Geschwindigkeit der Bewegung lässt sich durch schwächere oder stärkere Biegung des nach unten gerichteten Fortsatzes an *H* abändern. Bei Benutzung dieser pendelnden Hemmung hat sich selbst der Arm *N* als ganz entbehrlich[1]) herausgestellt, welcher in dem Augenblicke, wo *K* in seine Ruhelage zurückkommt, sich sperrend vor den aus der vorderen Fläche des Rades *A* vorstehenden Stift *b* legt und so eine zu starke Abspannung der Feder *S* verhütet; Gurlt hat dafür einfach einen Aufhaltestift für die Kurbel *K* angebracht.

C. Die Feuerwehrtelegraphen.

Im Anschluss an den eben besprochenen Distrikttelegraphen mag zunächst zweier ganz gleich eingerichteter automatischer Feuermelder W. Gurlt's gedacht werden, welche in der schon angegebenen Weise ausser der Nummer der rufenden Station noch die Begriffe „Kleinfeuer", „Mittelfeuer", „Grossfeuer" und „Wassersnoth" telegraphiren und zugleich mit einem Gal-

[1]) Bei einer Nachbildung des amerikanischen Distrikttelegraphen, die ich unter Weglassung der Hemmung *H* ausführen liess, durfte der Arm *N* und der Stift *b* in *A* nicht weggelassen und durch einen Aufhaltestift für die Kurbel ersetzt werden, weil dort das Rad *A* zufolge seiner Trägheit störend noch ein Stück fort lief, wenn die Kurbel zum Stillstehen kam.

vanoskop ausgerüstet sind, woran man erkennen kann, ob die Linie zu einer Meldung frei ist oder bereits von einer Station benutzt wird.

Die von W. Gurlt noch ausgestellten automatischen Feuermelder mit Gewichtsbetrieb, der eine für Ruhestromlinien, der andere für Arbeitsstrom, geben in bekannter Weise nur die Stationsnummer, auch ermöglicht ein ihnen beigegebener Taster und ein Galvanoskop das Geben ausführlicherer Meldungen nach der Hauptstation und das Empfangen des Verstandenzeichens.

Auch Gebr. Naglo haben den amerikanischen Distrikttelegraphen in einen automatischen Feuermelder umgestaltet, dessen äussere Form in Fig. 275 (½ natürlicher Gr.) angedeutet ist, während diese Figur auch seine

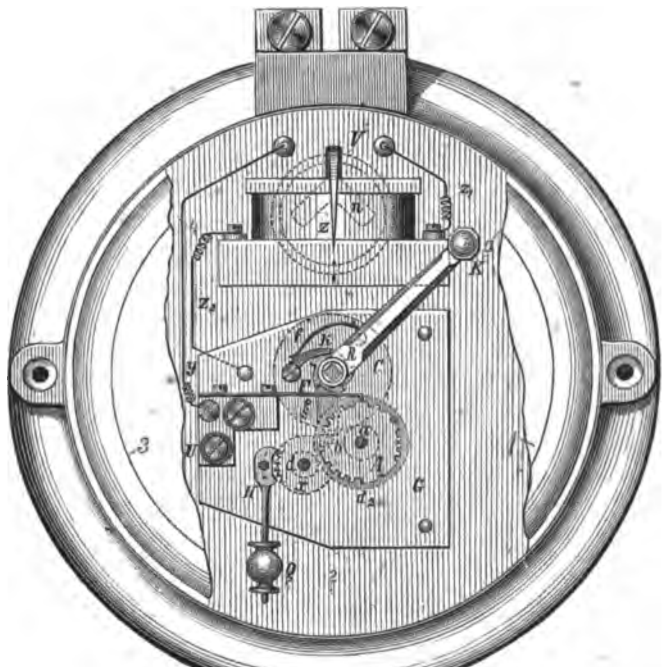


Fig. 275 (½ natürl. Gr.).

innere Einrichtung leicht erkennen lässt, da in ihr die Theile mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet sind wie in Fig. 272 bis 274. Ausser dem aus *A* vorstehenden und den Arm *N* (Fig. 273) fangenden Stifte *b* ist nicht noch ein besonderer Anschlag für die Kurbel *K* vorhanden. Ein Stift *s* unterhalb der Kontaktfeder *F* verhütet, dass diese zu tief herabgeht. Das Stellgewicht *Q*

an der Hemmung *H* gestattet die Regulirung der Ganggeschwindigkeit. Das beigegebene, zwischen den Dräthen z_1 und z_2 eingeschaltete Galvanoskop *V* gleicht in seiner Einrichtung dem in den deutschen Kommunal-Telegraphenstationen viel verwendeten[1]); der Zeiger *z* an seiner Nadel *n* ist nach vorn und nach unten umgebogen und stellt sich in der Ruhelage auf einen Strich des Zifferblattes ein.

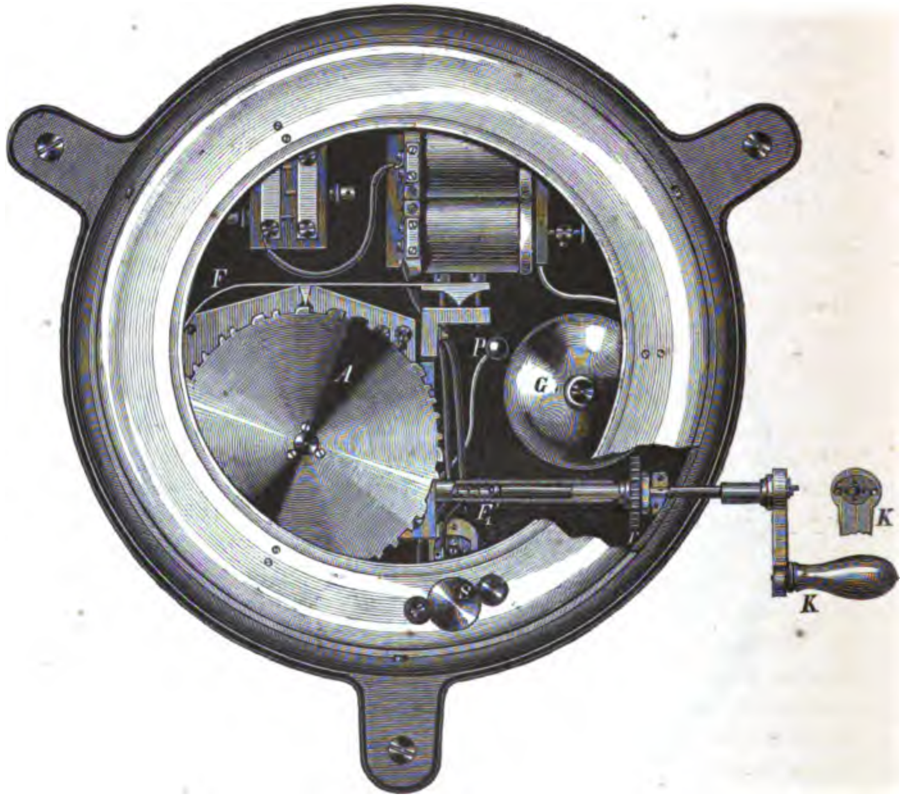


Fig. 276 (1/3 natürl. Gr.).

Der grössere in Fig. 276 und 277 (S. 504) abgebildete Feuermelder der Gebr. Naglo gestattet die automatische Abgabe einer viel grösseren Anzahl von Zeichen; ausserdem sind ihm zu umfänglicherem Gedankenaustausch ein

[1]) Zeitschrift des deutsch-österreichischen Telegraphenvereins, 16. Jahrg., S. 6, oder Handbuch der Telegraphie, 4. Bd., S. 294.

gewöhnlicher Taster, welcher sich bei S aus dem verschlossenen Gehäuse herausziehen lässt, und eine Art Klopfer PG beigegeben. Die Hauptstation soll Batterie, Blitzableiter, Galvanoskop, Morse mit Selbstauslösung, Taster und Stationsläutewerk auf Ruhestrom geschaltet erhalten und ausserdem noch einen Induktor. Wird auf einer der Rufstationen die Kurbel K des Feuermelders gedreht, so wird zunächst für eine kurze Zeit der Ruhestrom unterbrochen und dadurch in der Hauptstation das Läutewerk und der Morse ausgelöst; bei dem darauf folgenden Umlaufe des Schliessungsrades A entsendet der rufende Feuermelder seine Meldung nach der Hauptstation, wo sie der bereits laufende Morse niederschreibt. Von der Hauptstation sollen dann mittels des Induktors die mit in die Ruflinie eingeschalteten, an den Feuermeldestellen oder an sonst geeigneten Stellen aufgestellten grossen Schlag- oder Läutewerke ausgelöst werden; dazu wurde das eine Ende der Induktorspule an den frei gebliebenen Arbeitskontakt des Tasters geführt, dessen Achse mit dem einen Zweige der einmündenden Schleifenlinie verbunden ist, das andere Ende der Induktorspule hingegen wurde mit dem zweiten Zweige der Schleife an dessen Einmündung in die Hauptstation in Verbindung gesetzt. Die Triebfeder des mit einem Windfange W ausgerüsteten Laufwerks (Fig. 277) in den Feuermeldern wird mittels der von der Seite her aufzusteckenden Kurbel K durch eine auf der Kurbelachse sitzende Schraube ohne Ende c aufgezogen und zwar bei einer ganzen Umdrehung ihres Dornes u; wie Fig. 276 sehen lässt, ist die Kurbel K mit einer besonderen Verriegelung ausgerüstet; das Sperrrad r verhütet ein Rückwärtsdrehen der Kurbel. Kurz bevor beim Aufziehen die Achse u ihre Umdrehung vollendet, trifft der auf sie aufgesteckte, sich also mit ihr drehende Arm e (vergl. Detailzeichnung in Fig. 277, links unten) mit seiner Nase p einen Vorsprung f an dem Entlastungshebel g, welcher um g_0 drehbar ist. Dieser Hebel ist in Fig. 278 besonders dargestellt. Die Blattfeder g_2 strebt den um g_3 drehbaren Arm g_1, woraus f vorsteht, in die aus Fig. 278 ersichtliche Lage zu stellen; so lange aber in der Ruhestellung die auf den Arm t (in Fig. 279 besonders dargestellt) wirkende Feder t_2 die Schneide m am Arme t_1 in den Einschnitt der Scheibe D drücken kann, wirkt der Stift v am Arme t_1 auf g_1, drückt g_1 in die aus Fig. 277 ersichtliche Lage und bringt so f in den Bereich von p. Daher vermag p bis zur Vollendung des Umlaufs von u den Hebel g mitzunehmen und durch denselben den in der Bohrung der Schraube ohne Ende c liegenden Stift hi um etwa 3 mm nach rechts zu verschieben, was gerade hinreicht, um die Verlängerungsstange der Kurbel, unter Spannung der Spiralfeder F_1, aus dem Eingriffe bei i zu stossen, so dass nun ein weiteres Aufziehen unmöglich wird. Zugleich dreht p schliesslich den Arretirungshebel t um seine Achse t_0, hebt ihn mit der Schneide m aus D aus und zieht auch die Nase n vor dem Aufhalter q hinweg; das Triebwerk läuft dann, bis nach einem Umgange des Federhauses, welchem drei Umgänge der unter

der Kontaktfeder *F* liegenden Schliessungsscheibe *A* entsprechen, das Werk bei *m* und *n* wieder aufgehalten wird, wobei zugleich die Aufziehkurbel *K*

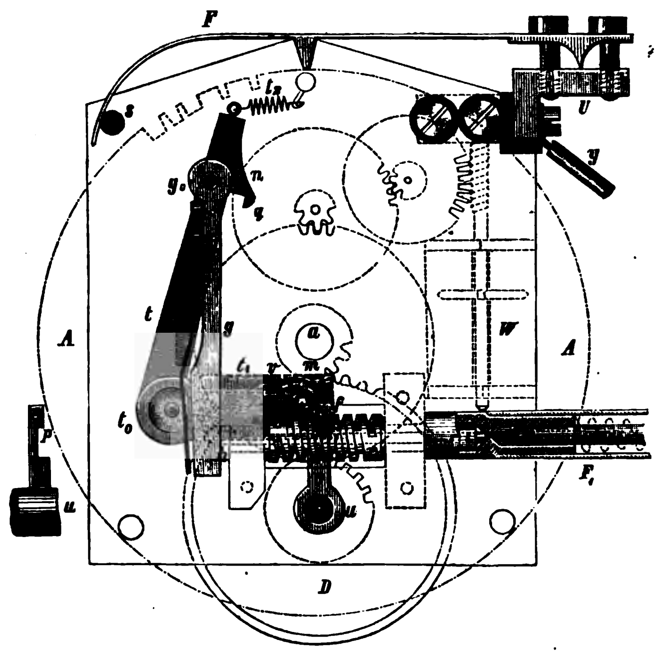


Fig. 277 (2/3 natürl. Gr.).

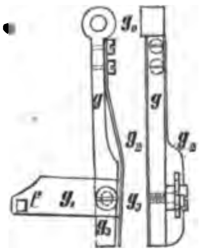


Fig. 278.

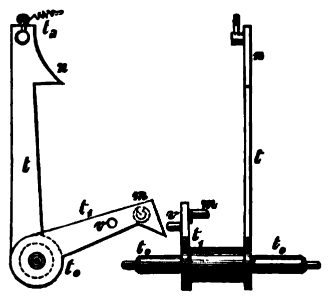


Fig. 279.

wieder in ihre Normalstellung tritt und nun zu weiterem Gebrauche bereit ist.

Siemens & Halske hatten ihren bekannten automatischen Feuermelder[1]), ferner einen mit Fussumschalter versehenen Telegraphenapparat für eine Zwischenstation und einen Telegraphenapparattisch für eine Feuerwehrzentralstation ausgestellt; der auf letzterem befindliche Ruhestromschreibapparat enthielt die schon auf S. 487 erwähnte neue Selbstauslösung.

Ausserdem war ein Wächterkontrolapparat (von 1876) ausgestellt, welcher dem Wächter zugleich von jeder der Kontrolstellen aus das Feuersignal zu geben gestattet. Dazu wird auf jeder Kontrolstelle als Zeichengeber ein Meldekästchen, in jeder Kontrolstelle dagegen als Empfänger eine Markiruhr angebracht. Das Meldekästchen besitzt zwei Knöpfe. Wird an dem kleineren Knopfe des Meldekästchens gezogen, so wird ein Kontakt eine der Nummer dieses Kästchens entsprechende Anzahl Mal geschlossen und dann bleibt die Linie offen, daher verzeichnet die Markiruhr auf dem von ihr bewegten Streifen, worauf sie mechanisch die Zeit markirt, durch eine gleiche Anzahl von Strichen oder Punkten in einer quer über den Streifen laufenden Reihe blos die Nummer des betreffenden Meldekästchens. Wird dagegen an dem grösseren und handlicheren Knopfe gezogen, so bleibt schliesslich der Strom geschlossen, und es verzeichnet die Markiruhr nicht nur auf dem Streifen die Nummer der Meldestelle, von welcher die Feuermeldung ausgeht, sondern sie lässt diese Nummer zugleich auch durch ein Fenster bleibend sichtbar werden und vermag zufolge der dauernden Ankeranziehung jetzt ausserdem auch einen Kontakt zu unterbrechen, so dass nun ein in eine Ruhestromleitung eingeschalteter Wecker Lärm schlägt. Von der Kontrolstelle laufen die zwei Poldräthe der Batterie aus und an jedem Poldrathe zweigt sich ein Drath nach jedem Meldekästchen ab, damit in diesem beim Ziehen der Knöpfe der Strom geschlossen werden kann. Dieselbe Batterie liefert auch den Strom für den Wecker.

D. Die Telegraphen- und Signalapparate der Eisenbahnen.

Den Bedürfnissen des Eisenbahndienstes durch ihre Einrichtung oder Gruppirung besonders angepasste Telegraphenapparatsätze wurden schon vor mehreren Jahren von Siemens & Halske hergestellt. Von solchen Telegraphen enthielt die Ausstellung ausser einem Wärterstationsapparate[2]) und einem den Verkehr der Streckenwärter mit den benachbarten Eisenbahn-

[1]) Abbildung und eingehende Beschreibung desselben findet sich in Schellen, Der elektromagnetische Telegraph, S. 778 u. ff; seit mehreren Jahren werden jedoch am Boden des Schränkchens, worin derselbe eingeschlossen ist, zwei metallene Schneiden angebracht, auf welche sich das Gewicht, wenn es ganz abläuft, aufsetzt und so einen kurzen Schluss der Linie herstellt, damit nicht etwa eine Unterbrechung der Linie durch das Schrifträdchen herbeigeführt werden kann.

[2]) Handbuch der Telegraphie, 4. Bd., S. 303, III.

stationen vermittelnden sogen. Budenschreiber[1]) drei vollständige Apparattische mit der bekannten Einschaltung durch Federschlussklemmen[2]). Der eine Tisch enthielt auf gemeinsamem Grundbrette einen Stiftschreiber, ein Relais, ein Galvanoskop, einen Taster und einen zugleich als Umschalter dienenden Blitzableiter. Ein zweiter Tisch, worauf ein Farbschreiber mit Filzwalze und oberer doppelter Papierrolle, ein Relais, ein Galvanoskop, ein Taster, Blitzableiter und Umschalter aufgestellt war, trug auf einem Ständer zwei Wecker und hatte, in der 1878 gewählten Anordnung, unter der Tischplatte zwei Fussumschalter, welche beim Treten auf einen oder den andern der beiden an zwei Schlotten befestigten Fusstritte die genannten Apparate in den einen oder den andern Zweig einer Glockensignallinie einschalteten[3]). In verwandter Weise können mittels des doppelten Fussumschalters[4]) an dem dritten Tische die auf diesem befindlichen Apparate (Normalfarbschreiber, Relais, Galvanoskop, Taster, Blitzableiter und Umschalter, zwei Wecker auf Ständern) aus der Betriebslinie, worin sie eine Mittelstation bilden, vorübergehend in den einen oder den anderen Zweig einer Glockensignallinie verlegt werden, wenn aus letzterer ein Hülfssignal angekommen ist.

Dergleichen Apparattische hatte auch W. Gurlt ausgestellt (vergl. auch S. 483), und darunter auch einen für Eisenbahnblockstationen, Eisenbahnhülfsstationen oder Feuerwehrstationen bestimmten, dessen Apparatsatz aus einem Farbschreiber mit Selbstauslösung, Selbstarretirung und vom Triebwerke des Farbschreibers betriebener Signalglocke, einem Taster, einem Galvanoskop, einem Blitzableiter und Umschalter bestand. Bei Gurlt's Blocksystem, das von der Leipzig-Dresdener Eisenbahngesellschaft auf der Linie Leipzig-Riesa-Dresden eingeführt wurde, findet bekanntlich eine Verriegelung der Fahrsignale durch die elektrischen Apparate nicht statt.

An Signalapparaten hatten Siemens & Halske ausser einer Anzahl von elektrischen Weckern mit Selbstunterbrechung und von Wechselstromweckern und ausser einem Tischläutewerke mit Federbetrieb, einem kleinen Zimmerläutewerke und einem in seiner Einrichtung dem Universalläutewerke gleichenden Perronläutewerke ein Spindelläutewerk und ein in einer eisernen Läutebude mit zwei Glocken und Signalscheibe enthaltenes Universalläutewerk mit Stecherauslösung aufgestellt, welche beide mit

---

[1]) Handbuch der Telegraphie, 4. Bd., S. 303, IV.

[2]) Handbuch der Telegraphie, 4. Bd. S. 280, Anm. 47. Dazu hat der Apparattisch eine Vertiefung und in dieser eine Anzahl von Klemmenböcken; das die Apparate tragende gemeinsame Grundbrett hat die entsprechenden federnden Klemmen, welche beim Einsetzen des Brettes in die Vertiefung sich auf die Böcke legen und so von selbst die an die Böcke geführten Leitungs- und Batteriedräthe an die Apparate legen, während eine ähnliche Klemme die Leitung beim Ausheben des Brettes aus der Vertiefung kurz schliesst.

[3]) Handbuch der Telegraphie, 4. Bd. S. 282 und Fig. 231.

[4]) Fig. 366 auf S. 439 des 4. Bd. des Handbuchs der Telegraphie.

automatischer Hülfssignaleinrichtung ausgerüstet waren, und zwar jenes für Einstellung des Kontaktarmes auf eine der acht Schriftscheiben mittels acht verschiedener Schlüssel[1]), dieses aber in der neusten Anordnung[2]) mit fünf aufzusteckenden und dann durch ihre Vorsprünge einen Kontakthebel von seinem Ambosse abhebenden Scheiben.

Das Streckenläutewerk bei W. Gurlt entsprach dem im Handbuche der Telegraphie (4. Bd. S. 386) beschriebenen Läutewerke mit Stecherauslösung von Siemens & Halske, und eine ähnliche Anordnung zeigte auch das zugehörige Zimmerläutewerk (vergl. Handbuch der Telegraphie 4. Bd. S. 393).

Anstatt des Sperrrades, welches am Universalläutewerke von Siemens & Halske mittels zweier an dem Windflügel sitzender und sich durch die Wirkung zweier Federn in das Sperrrad einlegender Sperrkegel die Bewegung auf den lose auf die Sperrradachse aufgesteckten Windflügel überträgt, haben Gebr. Naglo bei dem nur in Pulsen von je fünf Schlägen schlagenden, übrigens dem Universalläutewerke (mit Stecherauslösung) gleichenden Streckenläutewerke die durch Fig. 280 erläuterte Keilhemmung

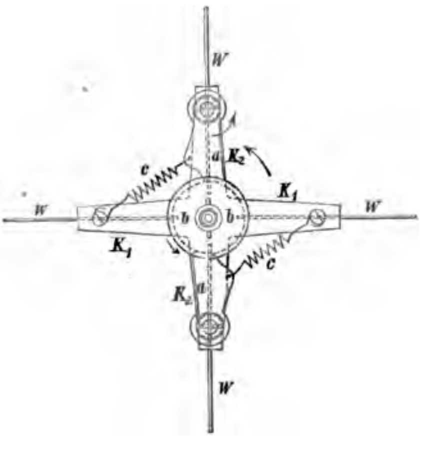


Fig. 280 (1/3 natürl. Gr.).

angebracht; es sitzt nämlich auf der Achse lose das vierflügelige Kreuz K_1 K_2, welches die vier Flügel W des Windfangs trägt, und fest eine an ihrem Umfange gefurchte Reibungsscheibe b; als Mitnehmer dienen zwei Klauen oder Keile a, welche an zwei Armen K_2 des Windflügelkreuzes drehbar be-

[1]) Handbuch der Telegraphie, 4. Bd. S. 390 und 484.
[2]) Handbuch der Telegraphie, 4. Bd. S. 389 und 487.

festigt sind und durch zwei von den beiden anderen Armen K_1 des Kreuzes kommende Spiralfedern *c* in die Furche eingelegt werden. So lange die den Windflügel treibende Achse umläuft, stemmen sich durch die Reibung die Keile *a* in der Nuth von *b* fest und das Kreuz K_1 K_2 mit den vier Flügeln *W* wird mitgenommen, bei plötzlichem Stillstande der treibenden Achse aber weichen die Keile aus und rutschen unter Streckung der Federn *c* in der Furche von *b* fort.

Die Abdrückfedern *F* legen Gebr. Naglo nicht unter den Auslöshebel *H*, sondern, wie Fig. 281 sehen lässt, seitwärts von ihm, damit der

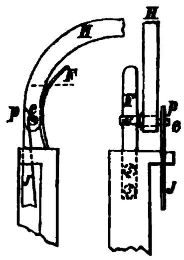


Fig. 281 (1/3 natürl. Gr.).

Ankerhebel schon früher abgedrückt wird und der Auslöshebel, nachdem er das Abdrücken durch einen aus ihm vorstehenden Stift *v* bewirkt hat, wieder frei spiele, bevor er sich schliesslich mit dem halb abgefeilten Stifte *e* an der Nase *p* des Stechers *J* fängt.

Zum Aufzeichnen der gegebenen Glockensignale werden vielfach Registrirapparate verwendet. Siemens & Halske fügten die aufzeichnenden Theile bei den für die bayerischen Staatsbahnen gelieferten Läutewerken gleich den Zimmerläutewerken hinzu (Handbuch der Telegraphie, 4. Bd. S. 404). Ihr in Fig. 282 abgebildeter neuerer Registrirapparat, welchen die Ausstellung enthielt, ist von dem Läutewerke getrennt; sein ausgelöstes Triebwerk hebt einen Hammer *H*, welcher dann niederschlägt und ein Loch in den von der Rolle *R* kommenden und in der Führung *u* unter einem Stempel hinlaufenden Streifen *p* stanzt, ausserdem aber noch ein Fallgewicht, das nach dem Stanzen die Papierzugwalzen *w* in Bewegung versetzt.

An die Signalapparate wären die für den Bahnbetrieb so wichtigen Sicherungseinrichtungen anzureihen, deren eingehende Besprechung an dieser Stelle jedoch unthunlich ist; es möge deshalb eine kurze Erwähnung der vorzüglicheren derartigen Ausstellungsgegenstände und ein Hinweis auf den Zweck derselben genügen. Die verschiedenen Blocksignalapparate von Siemens & Halske verhindern das Aufeinanderrennen zweier hinter ein-

ander fahrenden Züge, indem sie den die optischen Fahrsignale bedienenden Wärtern auf elektrischem Wege die Möglichkeit benehmen, dem folgenden Zuge die Einfahrt in den vor ihnen liegenden Bahnabschnitt zu erlauben, solange der vorausfahrende Zug diesen Abschnitt noch nicht verlassen hat.

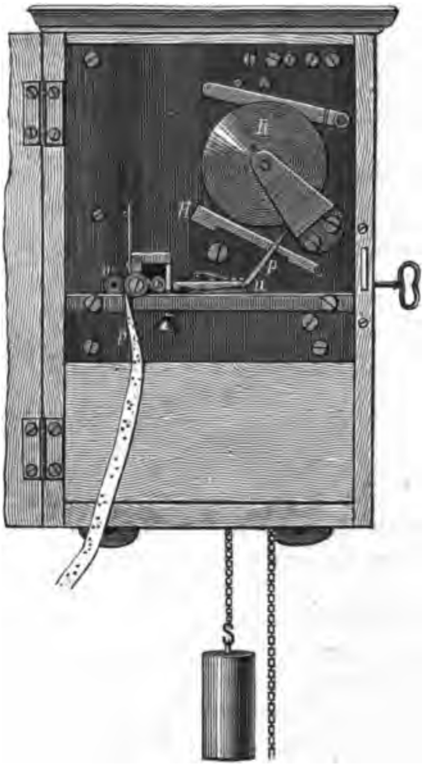


Fig. 282.

Die Verbindung der Blockapparate mit Weichen bezweckt, die Ertheilung des Fahrsignals an den Zug so lange unmöglich zu machen, als die von ihm zu befahrenden bez. ihm in die Flanke weisenden Weichen nicht so gestellt sind, dass Unfälle ausgeschlossen sind, und so lange die Weichen nicht in dieser Stellung fest gemacht oder verriegelt sind. In ähnlicher Weise verketten die Zentralapparate ganze Gruppen von Weichen und Signale bez. die Weichen und Signale eines ganzen Bahnhofs untereinander und legen so die Verfügung über den Verkehr in eine Hand, sei es, dass diese die Signale und Weichen selbst stellt oder durch Beseitigung ihrer Verriegelung nur die Erlaubniss zur Stellung er-

theilt. Das Ineinandergreifen der Sicherungseinrichtungen veranschaulichte das (in Gruppe XIII aufgestellte) zerlegbare Modell der eine doppelte Kreuzung enthaltenden Gruppe IV des Bahnhofs Breslau der Oberschlesischen Eisenbahn; bei demselben war der Zentralsicherungsapparat und der Stationsblockapparat in 1/4 natürlicher Grösse, die Weichenstellhebel und die Weichenriegel in 1/8, die Winkelhebelübertragung in 1/12, die Signale und Vorsignale in 1/16, die Schienen mit ebenfalls etwa 1/16 der Spurweite ausgeführt und es arbeiteten die z. Th. ganz winzigen Bestandtheile mit völliger Zuverlässigkeit, so dass man sich mittels des Modells alle in dieser Gruppe möglichen Zugbewegungen klar zu machen im Stande war.

Im Anschluss an die Eisenbahntelegraphen mag noch des zuerst im Jahre 1866 ausgeführten[1]), 1871 in seiner mechanischen Anordnung wesentlich abgeänderten magnetelektrischen Wasserstandszeigers von Siemens & Halske gedacht werden. Derselbe besteht aus einem Magnetinduktor, welcher durch den Schwimmer bewegt wird, und einem Zeigerapparate mit selbstthätigem Alarm. Die Kette, welche an dem einen Ende den Schwimmer, am anderen ein Gegengewicht trägt, wird über das Kettenrad *K* (Fig. 283, 1/4 natürlicher Grösse) gelegt; beim Steigen und Fallen des Wasserstandes überträgt das Zahnrad *R* die Drehung von *K* auf das Getriebe *r*; die Achse *a* des letzteren nimmt durch den einen oder den anderen von zwei bei *n* sichtbaren Mitnehmern bei der Drehung nach links das Federhaus *F*, bei der Drehung nach rechts dessen Achse mit, während gleichzeitig die Achse bez. das Federhaus durch Nasen an dem Arme *b* festgehalten, die Feder also in beiden Fällen gespannt wird. Ist nun beim Steigen oder Fallen des Wassers um einen bestimmten Betrag, z. B. um 5 cm, die Achse *a* einmal ganz herumgedreht worden, so schiebt ein Exzenter auf ihr den mit *b* auf derselben Achse *d* sitzenden Arm *c* zurück, macht so die bisher festgehaltene Achse bez. das Federhaus frei, die Feder spannt sich ab und lässt dabei unter Vermittelung eines zweiten Mitnehmerpaares den Zylinderinduktor *J* eine ganze Umdrehung machen. Das

---

[1]) Vergl. Zeitschrift des deutsch-österreichischen Telegraphenvereins, Jahrg. **13**, S. 185. — E. Hardy hat für die Wasserwerke von Saint-Etienne einen elektrischen Wasserstandszeiger hergestellt, welcher nicht stetig, sondern nur alle halben Stunden den Wasserstand markirt; der Zeiger bleibt immer etwa 27 Minuten stehen; er wird bei Beginn der neuen halben Stunde durch ein mittels eines negativen Stromes ausgelöstes Gegengewicht auf Null zurückgeführt und dann durch eine Folge positiver Ströme schrittweise bis auf die dem dermaligen Wasserstande entsprechende Zahl vorwärts bewegt. Die längere oder kürzere Folge positiver Ströme entsendet der Geber, indem sich eine silberne Kette bei Beginn jeder halben Stunde um einen stets gleichen Betrag von einem Rade abwickelt und einen unten mit einem Platincylinder versehenen Platindrath in das dem Wasserstand entsprechend höher oder tiefer stehende Quecksilber eines Manometers sich einsenken lässt. Vergl. Annales télégraphiques, 1877, S. 225. — Dr. G. Hasler verwendet für seinen im Empfänger dem Siemens'schen ähnlichen Wasserstandszeiger galvanische Ströme, die er durch den Schwimmer in eigenthümlicher Weise schliessen lässt. Vergl. Dingler's Polytechnisches Journal, **226**. Bd. S. 280 oder Journal télégraphique, 1879, Bd. **4**, S. **444**.

bei dieser Umdrehung erzeugte Wechselstrompaar wird je nach der Drehungsrichtung in der einen oder in der anderen Leitung dem Zeigerappate zugeführt, durchläuft den einen oder den anderen Elektromagnet desselben, bewegt dessen polarisirten Anker und dreht mittels einer am Ankerhebel

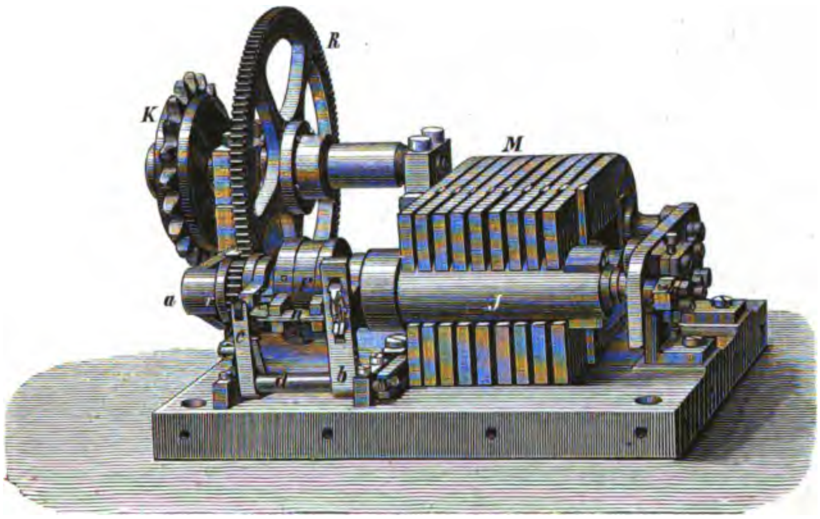


Fig. 283 (¼ natürl. Gr.).

sitzenden, einfachen Schubfeder den Zeiger um einen Schritt vor oder zurück, in ähnlicher Weise wie bei dem magnetelektrischen Distanzmesser (S. 515). Kommt endlich der Zeiger bei einer bestimmten Wasserstandshöhe über einen verstellbaren Kontaktarm, so schliesst er eine Lokalbatterie, und es schlägt nun ein elektrischer Wecker Lärm.

In wesentlich anderer Weise wurde die nämliche Aufgabe bei einem im Jahre 1874 entstandenen, von Horn ausgestellten, auch in anderen ähnlichen Fällen verwendbaren und mit dem Namen Telekineten belegten Apparate gelöst, welcher in Fig. 284 und 285 abgebildet ist. Der Empfänger und der Stromsender stimmen in ihrer Einrichtung ganz überein, nur dass an dem den Wasserstand (Barometerstand u. dergl.) markirenden Zeiger des Senders ein Stromschliesser angebracht ist, welcher den Stromkreis einer Batterie, in welchen zugleich noch ein Selbstunterbrecher eingeschaltet ist, immer dann schliesst, wenn die Zeigerstellung nicht mit dem eben vorhandenen Wasserstande übereinstimmt. Ein dem Stromschliesser beigegebener Kommutator sorgt ferner dafür, dass bei zu hoch stehendem Zeiger die Stromrichtung in den Elektromagneten *M*, welche die Richtigstellung der Zeiger herbeizuführen haben, die entgegengesetzte

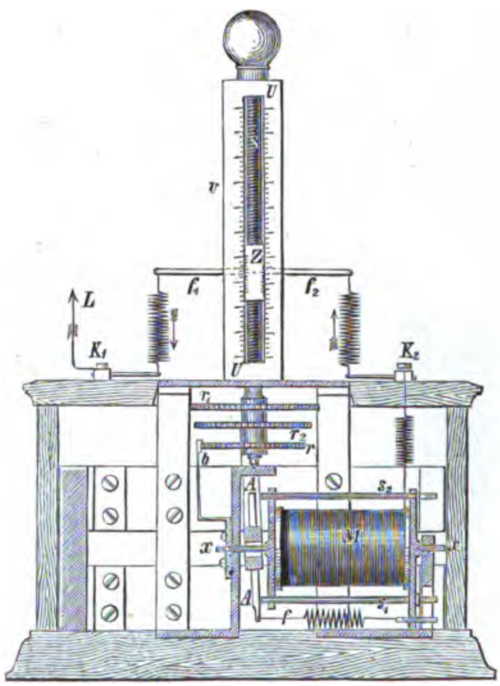


Fig. 284.

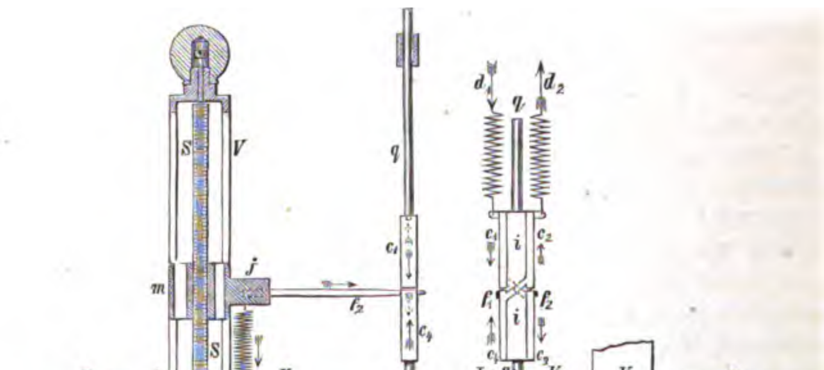


Fig. 285.

von der bei zu niedrig stehendem Zeiger ist, damit die Ströme die nöthig gewordene Senkung oder Hebung der Zeiger bewirken können. Dazu sind die Zeiger Z, Fig. 284, welche auf einer Skala U auf und nieder gehen sollen, auf die Mutter m (Fig. 285) einer Schraubenspindel S aufgesteckt[1]). Da die Mutter m in zwei Schlitzen der Säule V geführt wird, so muss sie auf der Spindel S auf oder nieder steigen, wenn S in der einen oder der anderen Richtung gedreht wird. Der Drehung widersetzt sich mit einer gewissen Kraft die rundliche Bremsfeder b (Fig. 284), welche sich an das wellenförmig gestaltete Bremsrädchen r anlegt. Die Drehung der Spindel S bewirken die Schubfedern k_1 und k_2 (Fig. 285), welche die Sperrrädchen r_1 und r_2 und damit die Spindel selbst um je einen Zahn drehen, wenn die Abreissfeder f den um die Schrauben a drehbaren, k_1 und k_2 tragenden Anker A des Elektromagnets M in seine Ruhelage an die Stellschraube s_1 zurückführt. Ob aber k_2 auf r_2 wirkt oder k_1 auf r_1, ob also die Spindel S links herum oder rechts herum gedreht wird, das hängt von der Richtung der den Elektromagnet M durchlaufenden Ströme ab. M besteht nämlich aus zwei liegenden Stabmagneten, welche durch Messingplatten mit einander verbunden und mit diesen auf zwei Schraubenspitzen x gelagert sind; die Bewickelung ist derartig, dass die Ströme in den neben einander liegenden Kernenden entgegengesetzte Pole entstehen lassen. Das eine Paar der Pole wirkt auf den Anker A aus weichem Eisen, dessen Spiel durch die beiden Stellschrauben s_1 und s_2 begrenzt wird und dessen Achse a in Ohren der einen Messingplatte gelagert ist; das andere Paar p_1 und p_2 der Pole (Fig. 285, rechts) liegt zwischen den 4 Polen zweier stählerner Hufeisenmagnete N_1, S_1 und N_2, S_2; das ganze bewegliche System dreht sich daher um die durch seinen Schwerpunkt gehende Achse x in die in Fig. 285 gezeichnete Lage, wenn die Ströme bei p_1 einen Südpol, bei p_2 einen Nordpol entwickeln; bei entgegengesetzter Stromrichtung kommt p_1 an S_1, p_2 an N_2 zu liegen, und dann wirkt A durch k_1 auf r_1.

Der Kommutator hat jetzt die aus Fig. 285 ersichtliche, von der ursprünglichen abweichende Einrichtung erhalten. An einem Stück isolirenden Material i sind zu beiden Seiten vier Metallplatten c_1, c_2, c_3 und c_4 angebracht, von denen c_1 mit c_3, c_2 mit c_4 über Kreuz verbunden sind. Von dem ebenfalls isolirenden Stücke j der Mutter m kommen als Stromschliesser zwei Federn f_1 und f_2 herüber und legen sich an das auf der entsprechend geführten Stange q des Schwimmers g angebrachte Stück i an. So lange nun f_1 und f_2 dem zwischen c_1 und c_4, c_2 und c_3 verbliebenen Spalte gegenüberstehen, ist der Stromkreis der Batterie, deren Poldräthe d_1 und d_2 an c_1 und c_2 geführt werden, offen; kommen dagegen

[1]) Sollte in gleicher Weise anstatt der geradlinigen Bewegung eine Kreisbewegung kontrolirt werden, so könnte anstatt der Mutter m ein Zeiger auf die Spindel S fest aufgesteckt werden, an welchem die über kreisförmigen Kontaktstücken spielenden Federn f_1 und f_2 zu befestigen wären.

zufolge der Senkung oder der Hebung des Spiegels und des Schwimmers g f_1 und f_2 auf c_1 und c_2 oder auf c_3 und c_4, so führen sie einen Strom von der einen oder von der anderen Richtung einerseits über die Klemme K_1 in die Leitung L, andererseits nach der hinter K_1 liegenden Klemme K_2 durch den Elektromagnet M zur Klemme K_3 und zur Erde. Es werden daher in allen in den Stromkreis eingeschalteten Instrumenten die Muttern m durch den sich selbst unterbrechenden Strom so lange gesenkt oder gehoben, bis f_1 und f_2 wieder den Spalten gegenüberstehen, und dann müssen die Zeiger Z (mit Nonius) genau auf dem zum eben vorhandenen Wasserstande gehörigen Skalenstriche stehen. Wenn während der Drehung der Spindel S der Schwimmer g noch steigt oder fällt, so ändert das im Spiel der Apparate gar nichts, verlängert oder verkürzt vielmehr nur die Stromfolge. Da der Empfänger keinen Stromschliesser braucht, so fällt bei ihm auch die Klemme K_1 weg, und die beim Sender (Fig. 284, Seitenansicht) von K_1 ausgehende Luftleitung L kommt bei ihm (Fig. 285, Rückansicht) gleich an die Klemme K_2; von K_3 geht stets die Erdleitung E aus bez. die Fortleitung. Der Selbstunterbrecher kann irgendwo im Stromkreise untergebracht werden; er muss so langsam arbeiten, dass die Elektromagnete M ihm folgen können[1]).

E. Die Militärtelegraphie.

Unter dem Linienbaumaterial hatten Gebr. Naglo auch eine Anzahl von kleinen und leichten Isolatoren für Feldtelegraphenleitungen ausgestellt.

Neben dem in einer Kiste feldmässig verpackten Feldtelegraphenapparate von Siemens & Halske, welcher auf S. 486 seiner Selbstauslösung wegen erwähnt wurde, stand ein vollständiger kleiner Satz eines Vorpostentelegraphen[2]), bestehend aus zwei Telegraphenapparaten (für

---

[1]) Im Anschlusse hieran mag eines von Horn ausgestellten kleinen elektrischen Wärmeregulators (nach Dr. Scheibler) gedacht werden. Derselbe besteht aus einem vorn durch eine Glasplatte geschlossenen Kästchen, in welches das Leuchtgas durch ein Rohr frei einströmt; durch ein zweites Rohr strömt das Gas nach dem Brenner, und es wird die innere Mündung dieses Rohres durch den Anker eines Elektromagnets verschlossen, wenn in dem zu erhitzenden Gefässe oder Raume die höchste zulässige Temperatur erreicht worden ist; dann schliesst nämlich ein in dem Gefässe angebrachtes Thermometer in bekannter Weise einen elektrischen Strom durch die Spulen des Elektromagnets. Damit aber beim Verschliessen des Rohres die Flamme nicht gänzlich verlischt, ist in dem Rohre ein Loch angebracht, welches mittels der in das Loch hineinragenden Spitze eines Schräubchens so weit verschlossen wird, dass bei verschlossener Mündung gerade nur noch so viel Gas zum Brenner abfliessen kann, dass die Flamme (blau) brennend erhalten wird. Vergl. auch Dingler's Polytechnisches Journal Bd. 284, S. 374.

[2]) Dingler's Polytechnisches Journal, Bd. 226. S. 582. — Es sei hier beiläufig erwähnt, dass an Siemens & Halske neuerdings ein Patent (7629, vom 18. April 1879 ab) auf

Ruhestrom, mit eigenthümlicher Selbstauslösung), zwei Batterien mit je 12 Kupfer-Zink-Elementen in Sägespänpackung, einem Tornister und einem Transportkasten mit je 500 m Vorpostenkabel, einem Beutel mit vier kurzen Verbindungskabeln mit je zwei Verbindungsklemmen, einer Werkzeugtasche und zwei Telephonen mit Futteralen. Apparate wie Verpackung sind so eingerichtet, dass die Verbindung für den Betrieb ohne Zuhülfenahme von Werkzeugen durch einfaches Zusammenstecken der in einander passenden Verbindungsstücke erfolgen kann.

Zum Schluss ist noch der gegen seine ältere Anordnung[1]) wesentlich umgestaltete magnetelektrische Distanzmesser oder Ortsbestimmer von Siemens & Halske zu besprechen, welcher für die Militärtelegraphen namentlich wegen seiner Verwendbarkeit bei Torpedoanlagen u. dergl. grosse Wichtigkeit besonders für die Küstenvertheidigung besitzt. Es ist jetzt (seit 1876) gewöhnlich auch der zweite Beobachtungspunkt von dem Abfeuerungspunkte getrennt und besteht dann das Ganze aus zwei in ihrer Einrichtung übereinstimmenden Beobachtungsapparaten und dem am Abfeuerungsorte aufzustellenden Messtische T (Fig. 286), über welchem zwei bewegliche Lineale $a_1 v_1$ und $a_2 v_2$ liegen. Die Visur in jedem Lineale wird durch zwei über einander liegende Fäden gebildet, damit der Schnittpunkt scharf abzunehmen ist. In jedem der Kästchen Q_1 und Q_2, worauf die Lineale angebracht sind, befindet sich ein Elektromagnetpaar M_1 bez. M_2 mit polarisirtem Anker; die beiden unteren Elektromagnete sind in die Leitungen L_1 bez. L_2, die oberen in die Leitungen L_3 bez. L_4 eingeschaltet, welche eine gemeinschaftliche Erdleitung E besitzen; jeder der vier Anker überträgt seine Hin- und Herbewegung auf ein Sperrrädchen. Die beiden zu demselben Elektromagnetenpaare gehörigen Sperrrädchen wirken auf ein Planetenrad, das in ein Getriebe auf der Achse einer Schraube ohne Ende eingreift und durch diese einen Zahnkranzbogen und das auf dessen Achse sitzende Lineal dreht, und zwar links herum oder rechts herum, je nachdem der untere oder der obere Elektromagnet von den Strömen durchlaufen wird und arbeitet. Jeder Beobachtungsapparat enthält ein umlegbares Fernrohr F_1 bez. F_2 auf vertikaler Achse A_1 bez. A_2, welches mittels der Kurbel K_1 bez. K_2 durch ein Räderpaar und eine Schraube ohne Ende gedreht werden kann. Bei der Festlegung der Basis zwischen den beiden Beobachtungspunkten A_1 und A_2 wird die Schraube ohne Ende ausser Eingriff mit dem Zahnkranzbogen auf die Fernrohrachse gebracht, und zwei Anschläge für den Bogen gestatten dann, das Rohr bequem in zwei

---

einen grösseren Vorpostentelegraphen oder transportablen Telegraphen ertheilt wurde, welchem ein Umschalter beigegeben ist, mittels dessen durch eine einfache Hebelbewegung sowohl der Taster, wie der Schreibapparat nach Bedarf auf amerikanischen Ruhestrom oder auf Arbeitsstrom geschaltet bez. umgeändert und zugleich auch die Selbstauslösung umgestellt und so im ersten Falle für den Ruhestrom, im andern für den Arbeitsstrom wirksam gemacht wird.

[1]) Dub, die Anwendung des Elektromagnetismus, 2. Aufl. Berlin, 1873, S. 809.

um 180° von einander abweichende Lagen zu bringen. Bei der Drehung von K_1 bez. K_2 versetzt zugleich ein zweites Räderpaar einen Zylinder in Umdrehung, und es werden die entstehenden Induktionsströme unter Vermittelung eines auf die Induktorachse aufgesteckten und von dieser blos durch die Reibung mitgenommenen Kontaktarmes je nach der Drehungs-

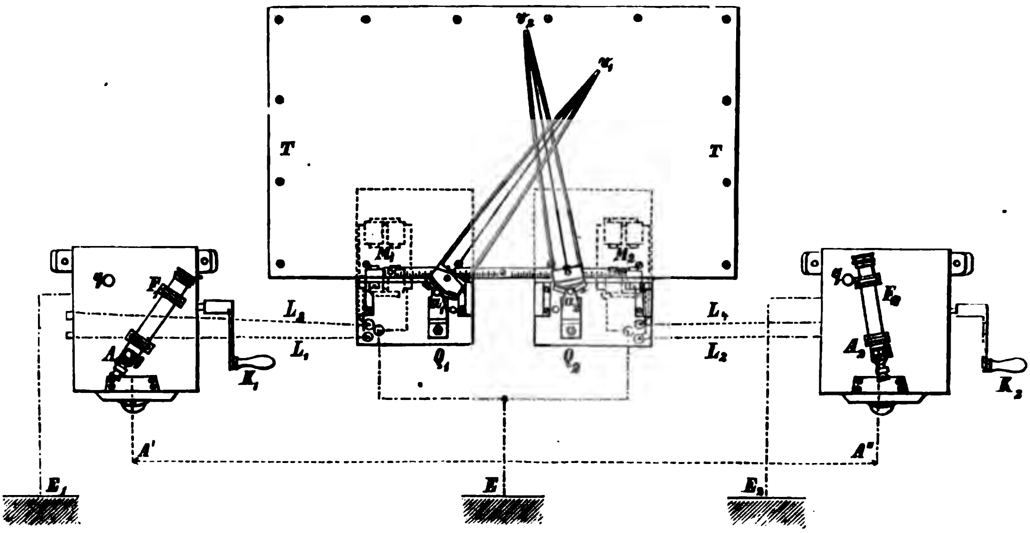


Fig. 286 (1/15 natürl. Gr.).

richtung entweder in der Leitung L_1 bez. L_2 dem unteren, oder in der Leitung L_3 bez. L_4 dem oberen Elektromagnete des Paares M_1 bez. M_2 zugeführt. Daher folgt dann durch die Wirkung der bald in der einen, bald in der anderen Leitung ankommenden Wechselströme jedes der beiden Lineale Schritt für Schritt dem Fernrohre, zu welchem es gehört. Wenn nun auf den Tisch T eine Karte gelegt und gehörig orientirt wird, welche in dem Maassstabe gezeichnet ist, in welchem die Achsenentfernung $a_1 a_2$ zur Basis $A_1 A_2$ (= $A'A''$) steht, und wenn in diese Karte die Torpedoanlage eingetragen wird, so markirt der Schnittpunkt der Lineale $a_1 v_1$ und $a_2 v_2$ in jedem Momente den Ort eines Schiffes, welches die beiden Fernrohre F_1 und F_2 durch stetiges Drehen der Kurbeln K_1 und K_2 beständig anvisiren; wenn jener Schnittpunkt genau über einem Torpedo steht, so ist es Zeit, das Torpedo zu entzünden.

Anhang.

1. Die Phonographen.

Berichterstatter: Prof. Dr. A. Christiani.

Phonographen waren von Otto Glaue und von Berthold Pensky ausausgestellt. Pensky hatte ausser zwei modifizirten Handphonographen auch einen grossen Uhrwerkphonographen vorgeführt. Bei letzterem (Fig. 287) hat die Trommel T eine Länge von etwa 21 cm bei 11 cm Durchmesser und ihre Achse trägt an einem Ende α' ein dem Trommelgewinde entsprechendes Gewinde, welches durch ein Gewindestück (Theil einer Schraubenmutter) geführt wird. Es ist nämlich in die vorher glatte zylindrische Achse ein Gewindegang derart eingeschnitten, dass von der ursprünglichen Zylinderfläche ein grosser Theil erhalten geblieben ist, welcher in dem glatt ausgedrehten Lagerstücke L' (Detailzeichnung in Fig. 288) als Führung dient. An diesem Lager ist ein Hebel H befestigt. Derselbe ist um einen Zapfen drehbar und in der Höhlung seines Fortsatzes Q mit dem Gewinde versehen, welches, wenn man den Hebel bis auf die Anschlagschraube der davorstehenden kleinen Säule S herabdrückt, die Hälfte der Achse umgreift und so das Gewinde der letzteren sicher führt. Damit der Hebel sich während des Gebrauches nicht lockert, wird er von einer an der kleinen Säule befestigten, regulirbaren Feder f mittels eines daran befestigten Sperrzahnes gehalten.

Das andere Ende α der Achse (Fig. 287) ist gut zylindrisch und wird durch einen glatt ausgedrehten Lagerbock L getragen. In diesen Theil der Achse ist eine Nuth eingefräst. Auf die Achse ist eine Hülse h gesteckt, welche ein Zahnrad Z_4 trägt und sich in der Achsenrichtung verschieben, nicht aber drehen lässt, indem in die Nuth eine in der Hülse befestigte Feder greift. Bei Drehung des Zahnrades wird die Achse gleichfalls gedreht und gleichzeitig schraubt sie sich seitwärts weiter, während das Rad Z_4 einerseits von dem Lagerbock L, andererseits von der Platte des Laufwerkes an derselben Stelle gehalten wird.

Das Laufwerk mit Schnecke und Zentrifugalregulator ist so einge-

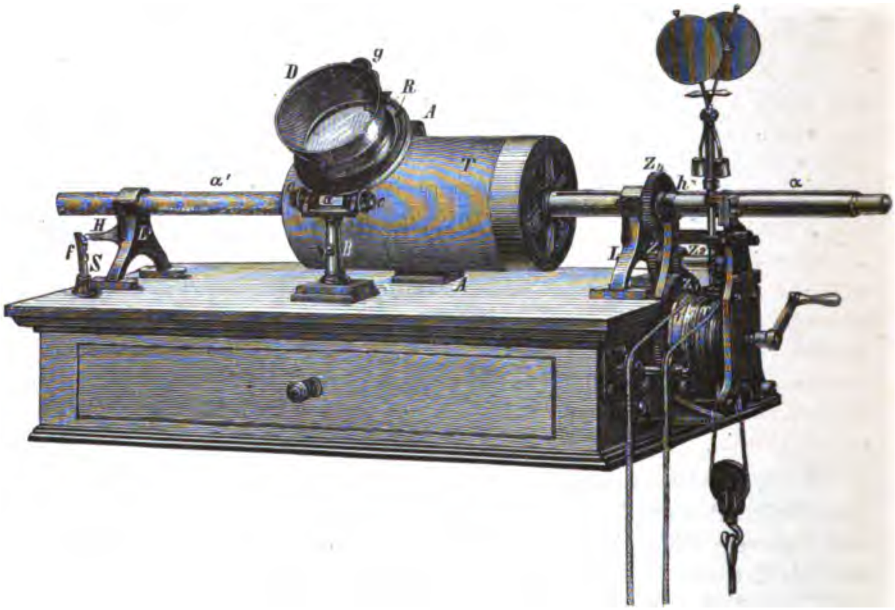


Fig. 287 (1/6 natürl. Gr.).

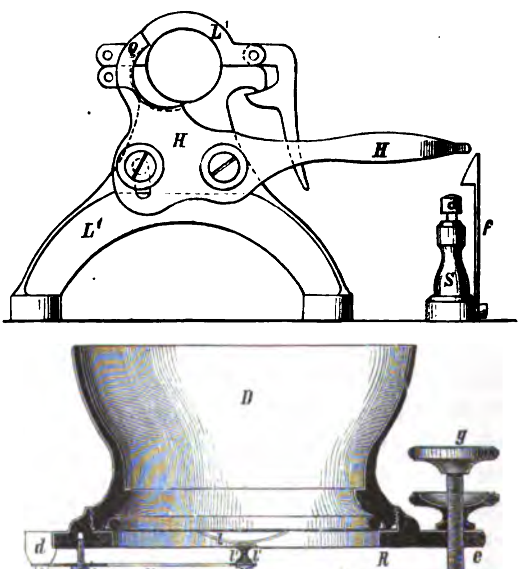


Fig. 288 (1/2 natürl. Gr.).

richtet, dass es während des Ganges, ohne diesen zu stören, aufgezogen werden kann.

In der Mitte des Apparates steht hinter der Trommel eine Stütze *A*, von welcher in Fig. 287 der Fuss und ein Theil des oberen Endes sichtbar wird, vor der Trommel eine Säule *B*, die oben einen Doppelwinkel trägt. Durch die Seitenflächen dieses Winkels gehen Spitzschrauben mit Pressmuttern *c*, welche eine Drehachse bilden. Um diese Achse ist der Schallbecher *D* nebst Membran drehbar und lässt sich zurücklegen. Zu diesem Behufe trägt (Detailzeichnung in Fig. 288) der Ring *R*, welcher mit dem Schallbecher verbunden ist, einerseits Fortsätze *d*, in welche die Spitzschrauben *c* eingreifen, während auf der entgegengesetzten Seite ein zweiter Fortsatz *e* dazu dient, eine Stellschraube mit Pressmutter *g* aufzunehmen. Diese legt sich mit ihrem Ende auf die erwähnte hinter der Trommel befindliche Stütze *A*, und es dient die Verstellung dieser Schraube zur Regulirung der Tiefe der Rille, welche der mit der Membran schwingende Schreibstift *s* bei der Drehung der Trommel in das Stanniol drückt. Der Schreibstift ist an einer mittels Stellschraube *i* regulirbaren Feder *k* befestigt und legt sich mittels noch zu beschreibender Zwischenstücke *l* und *l'* gegen die Membran. Letztere ist erheblich grösser als bei den üblichen amerikanischen Formen; in der Mitte derselben ist ein gewölbtes Plättchen *l* aufgekittet, gegen welches sich das mit der Feder verbundene ebenfalls abgerundete Zwischenstück *l'* legt, so dass zwischen den beiden sich bewegenden Theilen kein Zwang eintritt. Zur Verstärkung der Wirkung des Apparats wird beim Hineinsprechen wie bei der Reproduktion in die Oeffnung des Schallbechers ein in der Zeichnung weggelassener Papptrichter eingesetzt.

Der Gebrauch des Apparats geschieht in der Weise, dass man, nachdem ein für allemal durch seitliche Verstellung der Spitzschrauben *c* der Stift *s* gerade dem Gewindehohlgange gegenübergestellt ist, die Trommel aus den zu öffnenden Lagern *L* und *L'* heraushebt und durch Abrollen auf einem mit Klebmaterial (am besten Talg) versehenen Stanniolblatte dieselbe mit Stanniol bezieht. Der Schreibstift wird sodann in die richtige Tiefe mittels der Schraube *g* eingestellt, der Papptrichter aufgesetzt und, nachdem das Laufwerk ausgelöst ist, mit klarer Stimme hineingesprochen. Behufs Reproduktion klappt man den Schallbecher zurück, löst den Gewindehebel *H*, verschiebt die Achse in den Lagern rückwärts bis zum Anfangspunkte, schlägt den Hebel *H* wiederum ein, setzt den Trichter in den wieder aufgeklappten Becher *D* ein und löst das Uhrwerk aus.

Die Handphonographen von B. Pensky haben im wesentlichen dieselbe Konstruktion wie der eben besprochene Uhrwerkphonograph. Das Gewindestück ist hier fest mit dem Lagertheile *L'* durch Schrauben verbunden. Das rechte Ende der Achse trägt eine Kurbel, mittels deren die Trommel *T* in Rotation versetzt wird. Auch hier ist die Regulirung der

Stiftstellung in der oben beschriebenen, übrigens von Pensky zuerst schon im August 1878 ausgeführten Weise angeordnet. Um auch für andere Zwecke (z. B. für Stimmgabelschreibversuche) die Trommel verwendbar zu machen, hat Pensky bei seinen Phonographen mittlerer Grösse die andere Seite der Achse ebenfalls mit einem Gewinde, jedoch von ganz erheblich grösserer Steigung, versehen. Man legt dann die Trommel, nachdem sie vorher mit einem ganz dünnen berussten Kupferblech bezogen ist, in ein anderes Gestell, in welchem die Seite mit dem feineren Phonographengewinde glatt hindurchgeht, während das grobe Gewinde der anderen Achsenseite durch ein Gewindestück geführt wird.

Die Handphonographen von Glaue unterscheiden sich von den Pensky'schen in nichts wesentlichem.

---

2. Helmholtz's Apparat zur Vergleichung von Mischfarben.

Berichterstatter: Dr. W. Giese.

Einen von Prof. Helmholtz angegebenen Apparat zur Vergleichung zweier aus je zwei homogenen Farben entstandener Mischfarben (Fig. 289 und 290) stellten Schmidt & Haensch aus. Fig. 289 zeigt die Einrichtung in schematischer Darstellung. Vor der vorderen Fläche 3 des gleichseitigen Prismas P stehen zwei Kollimatorrohre C_1 und C_2. Die Strahlen, welche vom Spalt s_1 des Rohres C_1 ausgehen, treffen zunächst auf das doppeltbrechende Prisma D_1, dessen brechende Kante jener des Glasprismas P parallel ist; es entstehen so ein ordentliches und ein ausserordentliches Bild des Spaltes, ihnen entsprechen im Fokus des Beobachtungsrohres B zwei Spektra. Die Grösse ihrer Verschiebung gegen einander hängt von der Entfernung zwischen D_1 und s_1 ab, und man kann mittels des Triebes T (Fig. 290), der das doppeltbrechende Prisma im Kollimatorrohr zu verschieben gestattet, beliebige Farben der zwei Spektra zur Koinzidenz bringen, um ihre Mischfarbe zu beobachten. Oberhalb des seitlichen Schlitzes am Rohre C_1, durch den der Trieb T geht, befindet sich eine Skale für Bestimmung der Lage des doppeltbrechenden Prismas. Zwei in der Fokalebene des Beobachtungsrohres B gelegene, von der Seite her verstellbare Schieber bilden dort einen Spalt s_3. Ist dieser hinreichend schmal, so erblickt das hinter ihm befindliche, auf das Prisma P akkommodirende Auge des Beobachters ein gleichmässig gefärbtes Feld in der Prismenfläche 1. Aus welchen homogenen Farben sich nun die so erhal-

tene Mischfarbe zusammensetzt, wird durch das vor dem Spalt s_1 befindliche Nicol'sche Prisma N_1 ermittelt, durch dessen Drehung nach Wunsch das ordentliche oder ausserordentliche Bild des Spaltes ausgelöscht, über-

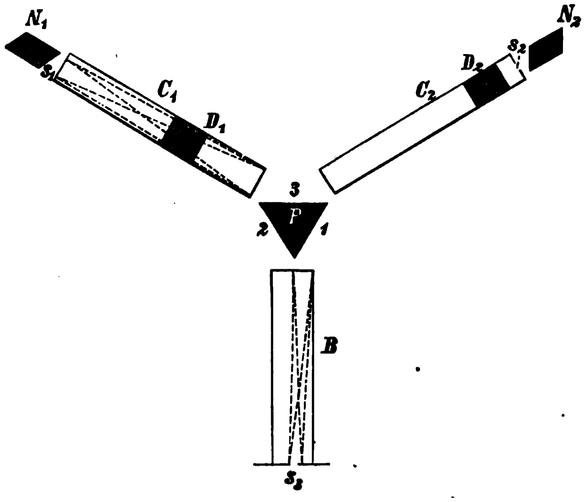


Fig. 289.



Fig. 290 (1/8 natürl. Gr.).

haupt das Intensitätsverhältniss der beiden Spaltbilder beliebig geändert werden kann. Die jeweilige Stellung des Nicols wird an der Theilung des Kreises K (Fig. 290) abgelesen. Uebrigens lässt sich mit Hülfe der Skale am seitlichen Schlitz des Kollimatorrohres eine Tabelle für die Verschie-

bung der zwei Spektra gegen einander entwerfen, welche den Beobachter der Mühe überhebt, die Bestimmung immer von neuem zu wiederholen.

Es war bis jetzt nur von aus dem Rohre C_1 in das Beobachtungsrohr gelangenden Strahlen die Rede. Fällt nun auch durch den Spalt s_2 des ganz analog C_1 gebauten Rohres C_2 Licht ein, so entsteht ein neues Paar von Spektren, die für sich allein eine zweite Reihe von Mischfarben geben würden, so dass bei Benutzung beider Spalte der Beobachter auch in der Prismenfläche 2 ein farbiges Feld erblickt. Durch passende Stellung der Kollimatorrohre können beide Felder längs der Kante zwischen 1 und 2 zur Berührung gebracht und auf ihre Gleichheit geprüft werden. Auf das Rohr B lässt sich endlich noch ein Okular aufsetzen, um die genaue Einstellung des Beobachtungsspaltes s_3 in die Fokalebene zu erleichtern bez. um eine bequeme Orientirung über die Lage der benutzten homogenen Farben durch Bestimmung der benachbarten Frauenhofer'schen Linien zu ermöglichen.

Ueberdies haben Schmidt & Haensch bei dem ausgestellten Apparat an jedem Kollimatarrohr noch einen Schieber S (Fig. 290) angebracht, durch den die Spalte theilweise verdeckt werden können, und zwar s_1 von oben, s_2 von unten her. Dadurch ist bei Benutzung des Okulars die Möglichkeit gegeben, die beiden Mischfarben durch einen dunklen, horizontalen Streifen zu trennen, sie zur Berührung zu bringen oder sie selbst wieder mit einander zu mischen.

---

3. Elektromagnetische Rotationsmaschine nach Helmholtz.

Berichterstatter: Dr. W. Giese.

R. Voss stellte eine elektromagnetische Rotationsmaschine nach Helmholtz aus. Wie bei der älteren Helmholtzschen Maschine, die von Exner (Wiener Ber. 1868) beschrieben ist, rotirt ein Elektromagnet, in welchem bei jeder halben Umdrehung die Stromrichtung gewechselt wird, zwischen zwei festen Magnetpolen. Der feste Magnet ist ein magnetisches Magazin von 8 Lamellen in Hufeisenform, der rotirende ein Siemens'scher Anker. Die Leichtigkeit, mit der bei letzterem die Kommutation seiner Polarität jener der Stromrichtung folgt, lässt eine sehr schnelle Rotation erreichen. Die Stromzuleitnng zeigt Fig. 291, in welcher d und d_1 zwei am oberen Ende desselben isolirt befestigte messingne Halbzylinder darstellen; sie bilden die Enden der Ankerspirale. Die Poldräthe der Batterie werden mit den Gabeln g und g_1 verbunden und der Kontakt durch die

Dräthe C und C_1 vermittelt. Letztere werden zwischen den Gabelzinken durch die Schrauben D gespannt, durch die Schrauben B können die ganzen Gabeln vor- und zurückgeschoben und so die Kontakte regulirt werden. Diese Anordnung wurde gewählt, um einerseits die mit Quecksilberkon-

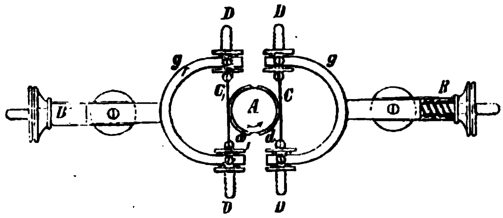


Fig. 291.

takten verbundenen Uebelstände zu umgehen, andererseits Unregelmässigkeiten zu vermeiden, welche durch Mitschwingen der sonst üblichen Kontaktfedern entstehen könnten. Die im Besitze des Berliner physikalischen Institutes befindliche Maschine, deren Magazin bei weitem schwächer als das der ausgestellten sein dürfte, macht, durch ein Bunsen'sches Element mittlerer Grösse getrieben, 180 Rotationen in der Minute. Die Maschine ist bestimmt, leichte Apparate, wie Sirenen, stroboskopische Scheiben u. s. w. in Bewegung zu setzen.

---

4. Gesichtswinkelmesser nach Dr. Falkenstein.

Berichterstatter: Prof. Dr. G. Fritsch.

Unter den mannigfachen Ausstellungsgegenständen, welche ihrem eigenthümlichen Wesen nach nicht wohl bestimmten Gruppen zu subsumiren sind und die doch zum Theil gerade wegen ihrer Besonderheit gewiss eine eingehende Besprechung verdienen, befindet sich auch ein Instrument in der von Dörffel ausgestellten Kollektion, welches im Katalog als Gesichtswinkelmesser nach Dr. Falkenstein bezeichnet ist. Mancher der Vorbeigehenden hat gewiss nicht ohne eine gewisse Verwunderung zwischen all den zierlichen, eleganten Apparaten, welche der Astronomie, Optik und Geodäsie gewidmet sind, plötzlich das tragische „Memento mori“ eines

grinsenden Todtenschädels auftauchen sehen und auch bei näherer Betrachtung die Bedeutung der sinnreichen Aufstellung desselben nicht verstanden.

In der That war aber der Platz des Gesichtswinkelmessers unter den Präzisionsinstrumenten durchaus passend; denn der Erfinder stellte sich die Aufgabe, durch denselben Untersuchungsreihen, welche bisher einen ziemlich schwankenden Charakter trugen, den Stempel der Präzision aufzudrücken. Es handelt sich dabei aber, wie ersichtlich, nicht um Durchmusterung unerforschter Fernen oder der dem unbewaffneten Auge verschlossenen Welt des Kleinen, sondern um unser eigenes, schon viel studirtes und doch immer noch ungenügend erforschtes Geschlecht. Wenn sich in neuerer Zeit ein gewisser Fortschritt bei diesen Untersuchungen nicht verkennen lässt, ist er unstreitig zum grossen Theil der Einführung besserer Messinstrumente und Methoden zu danken.

Ein Einblick in den illustrirten Katalog von Matthieu in Paris zeigt, wie bedeutend das Arsenal anthropologischer Forschung bereits angewachsen ist und wie mannigfache Instrumente vom einfachen Lineal und Tasterzirkel bis zu den künstlichen Zephalometern es enthält. Unter den Berliner Mechanikern ist Dörffel stets eifrig bemüht gewesen, den Anforderungen der Anthropologen gerecht zu werden, wie zahlreiche Messinstrumente in den Händen der Fachleute beweisen. So hat er auch bereitwilligst Dr. Falkenstein in der Herstellung des von diesem erdachten Apparates zur Seite gestanden.

Die Schwierigkeit, welche als die einschneidendste allen Messungen organischer Bildungen entgegensteht und das Bestreben, zu einer mathematischen Genauigkeit der Bestimmung zu gelangen, illusorisch zu machen droht, liegt in der eigenthümlichen Biegsamkeit der Formen bildenden Natur, wodurch ein gewisses Schwanken um die Mittelform entsteht, das nicht wie die Planetenstörungen auf die Gesetze der Schwerkraft rechnungsmässig zurückzuführen ist. Allerdings lässt sich die scheinbare Zufälligkeit mit grösserer oder geringerer Sicherheit durch das Zusammenwirken verschiedener Ursachen erklären, aber damit wird auch zugleich das Urtheil des Untersuchenden mit in die Rechnung eingeführt und dieser Umstand muss die gewünschte mathematische Genauigkeit stark beeinflussen.

Offenbar schwebte Dr. Falkenstein etwas ähnliches vor, als er, mit hohen Anforderungen der Genauigkeit an die Untersuchung des Gesichtswinkels herantretend, erkannte, wie wenig glücklich die meisten Autoren in dem Bestreben gewesen waren, die wechselnde Schädelform in dem Verhältniss von Gesichtschädel zur Hirnkapsel durch einen dem Profil entnommenen Winkel zahlenmässig festzustellen. Dieser schon von Camper unternommene Versuch ist von neueren Autoren wiederholentlich gemacht worden, indem sie die Lage der Schenkel des Winkels anders normirten und den Schädel in eine bestimmte Stellung (Horizontalebene) zu dem einen Schenkel brachten.. Die mannigfachen Versuche erwecken an sich

schon die Vorstellung, dass die bisher gewonnenen Resultate nicht befriedigten, und es ist rühmend anzuerkennen, mit welcher Objektivität Dr. Falkenstein versuchte, sich über den Grad der Genauigkeit bei den verschiedenen Methoden zu informiren und die erkannten Fehler zu beseitigen.

Dazu war es zunächst erforderlich, das rein mechanische Moment der Messung vollkommen zu beherrschen und das zum Versuch gewählte Prinzip stets schnell und sicher anwenden oder nach Bedürfniss mit einem anderen vertauschen zu können.

So giebt an dem Falkenstein'schen Gesichtswinkelmesser (Fig. 292) ein horizontal eingespanntes Haar, welches sich bei Betrachtung von der

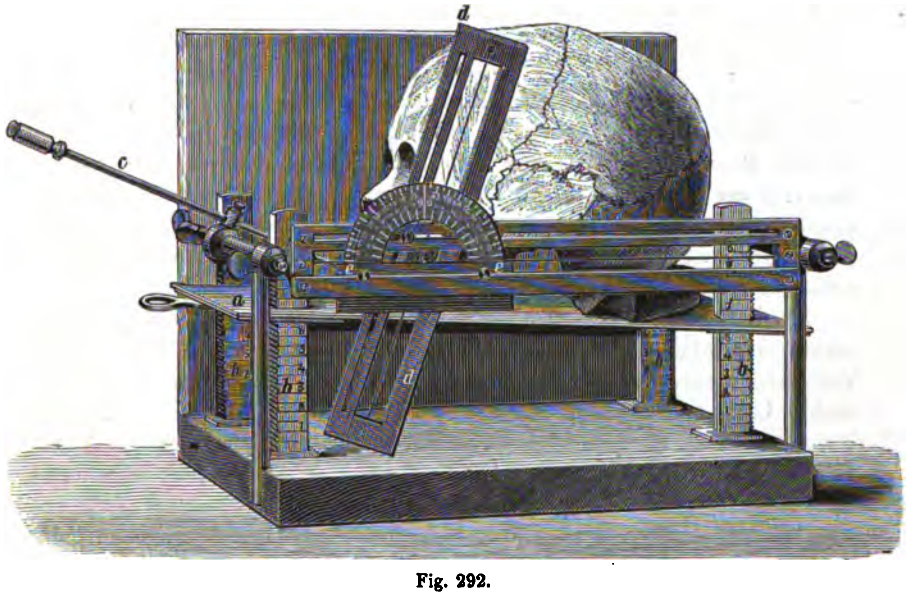


Fig. 292.

Seite auf eine an der senkrecht stehenden Hintergrundplatte markirte gleichfalls horizontale Linie projiziren lässt, die ideelle Horizontalebene an.

Der Schädel selbst wird dazwischen in einer bestimmten, genau zu fixirenden Stellung eingefügt, so dass die Horizontalebene des Apparats gleichzeitig die (gewählte) Horizontalebene des Schädels wird. Dieser Zweck ist dadurch sehr vollkommen erreicht, dass die den Schädel tragende Platte *a* durch vier gezahnte Pfeiler *b* in ihrer Stellung beliebig verschoben werden kann, während eine federnde Vorrichtung an der Platte das unbeabsichtigte Verlassen der gewählten Stellung verhindert. Da bei stärkerer Neigung ein Rutschen des Schädels erfolgen könnte, so stützt sich

das Hinterhaupt gegen einen untergelegten hufeisenförmigen, flachen Klotz, dem ein durch Klemmschrauben zu fixirender, spitz auslaufender Stab *c*, sich gegen den Oberkiefer legend, entgegen arbeitet.

Ist der Schädel so eingespannt, dann dient das horizontale Haar als Ausdruck für den entsprechenden Schenkel des gesuchten Winkels; es erübrigt also noch den ansteigenden Schenkel zu fixiren, der durch ein anderes im verschiebbaren Rahmen *d* eingespanntes Haar zur Anschauung gebracht wird. Ungehindert durch die häufigen Ungleichheiten, Knochenvorsprünge und ähnliches an den Schädeln, kann der Beobachter, von der Seite visirend, den verschiebbaren Rahmen genau dem Profil anfügen; der durch die beiden sich kreuzenden Haare dargestellte Winkel wird durch einen anzulegenden Transporteur *e* abgelesen und die Beobachtung ist beendet.

Gewiss wird sich durch Verwendung dieses Apparats ein viel genaueres Resultat erzielen lassen, als mit den bisher hierbei gebrauchten Instrumenten zu erreichen war, weil das korrekte Anlegen der Schenkel des Gesichtswinkels ohne eine derartige Vorrichtung erhebliche Schwierigkeiten im Gefolge hatte.

So hat Camper seinen horizontalen Winkelschenkel von dem unteren Nasenstachel aus bald durch die Mitte der Ohröffnung, bald an den oberen Rand gelegt, den aufsteigenden an die Zähne oder den Alveolarfortsatz gegen das Hirnbein selbst oder den vorstehendsten Punkt des Hirnwulstes und so in der That werthlose Zahlen erhalten. Solche Linien lassen sich an der Figur freilich leicht ziehen und könnte hierbei sehr wohl ein bestimmtes Prinzip beobachtet werden; an dem natürlichen Objekt ist die Ausführung sehr viel schwieriger und erklären sich wohl so die mannigfachen Unregelmässigkeiten der Messungsmethode.

Gerade hierbei stellt sich nun der Vorzug des Falkenstein'schen Apparats besonders deutlich heraus, weil er gleichsam wie an einer Figur, unbehindert durch Knochenvorsprünge und lokale Verschiebungen der Messinstrumente, durchaus korrektes Anlegen der bestimmenden Linien erlaubt. Welches Messungsprinzip[1]) des Gesichtswinkels sich unter der Kontrole des Apparats am besten bewährt und zu allgemeinerer Annahme empfiehlt, gehört nicht in diesen Bericht, wohl aber möchte ich anführen, dass Dr. Falkenstein mit demselben bereits selbst grosse Beobachtungsreihen ausgeführt hat, welche an anderer Stelle von ihm veröffentlicht wurden. Die Resultate dieser Beobachtungen zeigten die bisherige Unsicherheit und den zweifelhaften Werth mancher der jetzt üblichen Methoden, so dass der genannte Autor sich veranlasst sah, eine eigene Kombination für die Po-

[1]) Geprüft wurden die Winkel nach Angabe von Virchow, Ihering, Camper, Cloquet, Geoffroy, St. Hilaire, Jacquart. Die Schwankungen zwischen den einzelnen Messungen (bei Schädeln der gleichen Rasse?) betrugen bei manchen dieser Winkel bis zu 18,5°. Hierbei würde allerdings noch die Frage offen bleiben, welchen Grad der Schwankungen wir als den durchnittlichen individuellen Charakter betrachten müssen.

sition des Gesichtswinkels vorzuschlagen, nämlich als Basallinie den Schenkel von der Mitte des Zahnfortsatzes zur Mitte des äusseren Gehörgangs zu führen, die Profillinie als aufsteigenden Schenkel von der Mitte des Alveolarfortsatzes zur Nasenwurzel.

Dieser gewiss sehr wichtige Winkel für den Aufbau des Gesichtsschädels kommt in der That ziemlich nahe überein mit dem sogenannten „Zahnwinkel“ in Welckers Gesichtsdreieck. Die relative Lagerung des Gesichtsschädels zum eigentlichen Hirnschädel, wie dieselbe durch das Hineinziehen der Stirn (unter Vermeidung des Stirnwulstes und der Schiefzahnigkeit) als Verbindungslinie des vorstehendsten Stirnpunktes und des vorstehendsten Punktes am Zahnfortsatz dürfte doch nicht zu vernachlässigen sein. Die Nasenwurzel giebt darüber keinen Aufschluss.

Was die manuelle Handhabung des Gesichtswinkelmessers anlangt, so erschiene es mir wünschenswerth, durch eine kleine Veränderung der Schienen, welche beim Ablesen des eingestellten Winkels dem Transporteur zur Stütze dienen, die Möglichkeit zu schaffen, durch seitliche freie Schiebung des Transporteurs das Ablesen zu erleichtern; augenblicklich hindern vorstehende Schrauben an dieser Bewegung.

Möchte das sinnreich erdachte Instrument recht weite Verbreitung finden und dadurch zugleich auch zur Erweiterung unserer Erkenntniss über die Bildungsverhältnisse des menschlichen und des thierischen Schädels beitragen.

Berichtigungen.

Auf	S. 58	unter Fig. 23	statt	(1/2 natürl. Gr.)	lies	(1/6 natürl. Gr.)
-	- 134	Anmerk. 1	-	hydrographischen Büreau	-	hydrographischen Amt
-	- 136	Zeile 16 v. o.	-	Mondes	-	Windes
-	- 137	- 20 v. u.	-	viereckige	-	vierseitige
		- 14 v. u.	-	viereckiges	-	vierseitiges
-	- 138	- 1 v. u.	-	alleinge	-	alleinige
-	- 151	- 6 v. u.	-	Korrekturen	-	Korrektoren
-	- 154	- 15 v. o.	-	Schlangenbewegungen	-	Schlingerbewegungen
-	- 166	- 7 v. u.	-	weiss gefärbten	-	nicht entfärbten
-	- 167	- 20 v. u.	-	Dann	-	Vorher
-	- 168	Anmerkung. 1 ist zu streichen.				
-	- 248,	Fig. 117, der um F sichtbare weisse Kreis fällt weg.				
-	- 332	Zeile 14 v. u.	statt	Langhof	lies	Langhoff.
-	- 460	- 1 v. o.	-	engern	-	engeren

Register.